KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
2022

Dasar-Dasar Teknik Konstruksi Kapal

Semester 1

Danang Kurniawan

2022

SMK/MAK KELAS X

Dasar-Dasar Teknik Konstruksi Kapal
Untuk SMK/MAK Kelas X Semester 1

Penulis
Danang Kurniawan

Penelaah
Hadi Kusumo, Muhammad Fahmi Triwibowo dan Devi Kristin Natalina

Penyelia/Penyelaras
Supriyatno
Wardani Sugiyanto
Mochamad Widiyanto
Wijanarko Adi Nugroho
Ria Triyanti

Kontributor
Achmad Riadi, M. Saiful Anam dan Lilik Mutiatul Khoiron

Ilustrator
Daniel Tirta Ramana (isi), Rio Ari Seno (kover)

Editor
Nurhasanah Widianingsih

Penata Letak (Desainer)
Ulfah Yuniasti

Penerbitan
Penerbitan bersama antara Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan dan Pusat Perbukuan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Jalan Jenderal Sudirman Komplek Kemendikbudristek Senayan Jakarta 10270
https://buku.kemdikbud.go.id

Cetakan Pertama, 2022
ISBN 978-623-388-020-6 (no.jil.lengkap)
ISBN 978-623-388-021-3 (jil.1a)

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif 11 pt, Steve Matteson.
x, 142 hlm,: 17,6cm x 25cm.

Kata Pengantar

Pusat Perbukuan; Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan; Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi memiliki tugas dan fungsi mengembangkan buku pendidikan pada satuan Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, termasuk Pendidikan Khusus. Buku yang dikembangkan saat ini mengacu pada Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini memberikan keleluasaan bagi satuan/program pendidikan dalam mengimplementasikan kurikulum dengan prinsip diversifikasi sesuai dengan kondisi satuan pendidikan, potensi daerah, dan peserta didik.

Pemerintah dalam hal ini Pusat Perbukuan mendukung implementasi Kurikulum Merdeka di satuan pendidikan dengan mengembangkan buku siswa dan buku panduan guru sebagai buku teks utama. Buku ini dapat menjadi salah satu referensi atau inspirasi sumber belajar yang dapat dimodifikasi, dijadikan contoh, atau rujukan dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran sesuai karakteristik, potensi, dan kebutuhan peserta didik.

Adapun acuan penyusunan buku teks utama adalah Pedoman Penerapan Kurikulum dalam rangka Pemulihan Pembelajaran yang ditetapkan melalui Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 56/M/2022, serta Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 033/H/KR/2022 tentang Perubahan Atas Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.

Sebagai dokumen hidup, buku ini tentu dapat diperbaiki dan disesuaikan dengan kebutuhan dan perkembangan keilmuan dan teknologi. Oleh karena itu, saran dan masukan dari para guru, peserta didik, orang tua, dan masyarakat sangat dibutuhkan untuk pengembangan buku ini di masa yang akan datang. Pada kesempatan ini, Pusat Perbukuan menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan buku ini, mulai dari penulis, penelaah, editor, ilustrator, desainer, dan kontributor terkait lainnya. Semoga buku ini dapat bermanfaat khususnya bagi peserta didik dan guru dalam meningkatkan mutu pembelajaran.

Jakarta, Juni 2022
Kepala Pusat,

Supriyatno
NIP 19680405 198812 1 001

Kata Pengantar

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Sehubungan dengan telah terbitnya Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 165/M/2021 tentang Program Sekolah Menengah Kejuruan Pusat Keunggulan (SMK PK), Direktorat SMK, Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi telah menyusun contoh perangkat ajar.

Perangkat ajar merupakan berbagai bahan ajar yang digunakan oleh pendidik dalam upaya mencapai Profil Pelajar Pancasila dan Capaian Pembelajaran. Perangkat ajar meliputi buku teks pelajaran, modul ajar, video pembelajaran, modul Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila dan Budaya Kerja, serta bentuk lainnya. Pendidik dapat menggunakan beragam perangkat ajar yang relevan dari berbagai sumber. Pemerintah menyediakan beragam perangkat ajar untuk membantu pendidik yang membutuhkan referensi atau inspirasi dalam pengajaran. Pendidik memiliki keleluasaan untuk membuat sendiri, memilih, dan memodifikasi perangkat ajar yang tersedia sesuai dengan konteks, karakteristik, serta kebutuhan peserta didik.

Buku teks ini merupakan salah satu perangkat ajar yang bisa digunakan sebagai referensi bagi guru SMK dalam mengimplementasikan Pembelajaran dengan Paradigma Baru. Buku teks ini digunakan masih terbatas pada SMK Pusat Keunggulan.

Selanjutnya, Direktorat SMK mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penyusunan buku ini mulai dari penulis, penelaah, editor, ilustrator, desainer, dan pihak terkait lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Semoga buku ini bermanfaat untuk meningkatkan mutu pembelajaran pada SMK Pusat Keunggulan.

Jakarta, Juli 2021

Direktur SMK

Prakata

Dasar-Dasar Teknik Konstruksi Kapal merupakan mata pelajaran pada program keahlian Teknik Konstruksi Kapal. Tujuan disusunnya buku ini ialah agar dapat menjadi dasar pengetahuan dan referensi dalam melaksanakan pendidikan bagi peserta didik tingkat menengah, khususnya pada program keahlian Teknik Konstruksi Kapal.

Buku teks ini membahas tentang Dasar-Dasar Konstruksi Kapal mulai dari Perencanaan Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal, Teknologi Rekayasa dan Manufaktur Kapal, serta Dasar Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal. Dalam buku Dasar-Dasar Teknik Konstruksi Kapal ini, selain peserta didik diberikan pengetahuan tentang Dasar-Dasar Konstruksi Kapal, peserta didik juga diberikan keterampilan penunjang mengenai proses manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah mewujudkan penerbitan buku teks ini. Kritik dan saran yang konstruktif kami terima dengan senang hati demi peningkatan kualitas buku teks ini di kemudian hari. Semoga buku teks Dasar-Dasar Konstruksi Kapal ini dapat menjadi fondasi bagi peserta didik dalam mempelajari Teknik Konstruksi Kapal serta dapat memberikan manfaat bagi dunia pendidikan dan masyarakat.

Surabaya, Juni 2022

Penulis

Daftar Isi

Daftar Gambar

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2022
Buku Dasar-Dasar Teknik Konstruksi Kapal
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 1
Penulis: Danang Kurniawan
ISBN: 978-623-388-021-3 (jil.1a)

PERENCANAAN MANUFAKTUR DAN REKAYASA KONSTRUKSI KAPAL

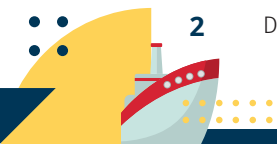
BAB 1

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi tentang Perencanaan Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal, kalian diharapkan mampu menjelaskan tentang proses bisnis bidang manufaktur konstruksi kapal pada berbagai industri, mengidentifikasi alur proses perencanaan dan perancangan konstruksi kapal, melakukan survei pasar untuk mengetahui mata rantai pasok (*supply chain*), menjelaskan proses produksi pada industri manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal, melakukan perawatan peralatan produksi, serta menelusuri potensi kearifan lokal.

Peta Konsep

Kata Kunci

perencanaan, perancangan, manufaktur, rekayasa, konstruksi, kapal, *supply chain*, perawatan peralatan produksi , kearifan lokal.

Sumber: Kemenhub (www.okezone.com)

Adakah di antara kalian yang pernah menaiki kapal? Nah, ketika kalian melihat kapal seperti pada gambar di atas, dapatkah kalian mendefinisikan jenis-jenis kapal tersebut?, bagaimanakah cara menentukan dimensinya?, menjelaskan bagaimana proses perencanaan pembangunan kapal tersebut?, bagaimanakah tahap-tahap pembangunannya?, serta bagaimana proses bisnis kapal tersebut?. Nah, kalian dapat mencari jawaban dari pertanyaan-pertanyaan tersebut melalui berbagai sumber. Tentunya akan lebih menarik apabila kalian mengetahui dan dapat menjelaskan proses panjang di balik kemegahan kapal yang sering kalian lihat tersebut.

A. Jenis-Jenis Kapal

Kapal sebagai alat transportasi laut (sungai dan sebagainya) memiliki beragam fungsi dan kegunaan. Berdasarkan hal tersebut, sudah tentu kapal terdiri dari berbagai jenis. Pembagian jenis-jenis kapal tersebut didasarkan pada berbagai hal, di antaranya berdasarkan material pembuatannya, berdasarkan fungsi operasionalnya, dan ada pula yang berdasarkan alat penggerak utamanya. Berikut pemaparan lebih detail mengenai jenis-jenis kapal yang wajib untuk kalian ketahui.

1. Jenis Kapal Berdasarkan Material Pembuatannya

Salah satu pengelompokan jenis kapal ialah berdasarkan material pembuatannya. Berikut penjelasan mengenai jenis kapal berdasarkan material yang digunakan untuk pembuatan kapal tersebut.

a. Kapal Kayu (*Wooden Boat/Wooden Vessel*)

Gambar 1.1 Proses Pembuatan Kapal Kayu

Sumber: Danang Kurniawan

Apakah di daerah tempat tinggalmu terdapat tempat pembangunan kapal kayu? Jika ada, apakah kamu ingin mengembangkan produk kapal kayu tersebut menjadi lebih inovatif dan berkualitas?.

Dari hasil pengamatan gambar di atas, proses pembuatan kapal kayu dilakukan secara konvensional dengan menggunakan peralatan yang sederhana. Tugas kalian di masa depan ialah mengembangkan teknologi pembuatan kapal kayu atau mungkin produk pengganti kayu yang lebih inovatif, modern, serta lebih ramah terhadap lingkungan.

Pada saat ini kapal kayu masih digunakan karena memiliki karakteristik lebih ringan dan mudah dibentuk, namun untuk saat ini material pembuatannya cukup sulit didapat. Pembuatan kapal kayu didasarkan pada perencanaan dan perancangan yang di dalamnya terdapat perencanaan jenis kayu berdasarkan kelas kuat dan kelas awetnya. Semakin besar kapal, maka jenis kayu yang pilih dalam pembuatan kapal juga memiliki kelas kuat dan awet yang lebih baik. Saat ini kapal kayu digunakan sebagai kapal ikan konvensional, kapal wisata, dan kapal latih.

b. Kapal Fiber (*Fiberglass Boat*)

Gambar 1.2 Proses Pembuatan Kapal *Fiberglass*

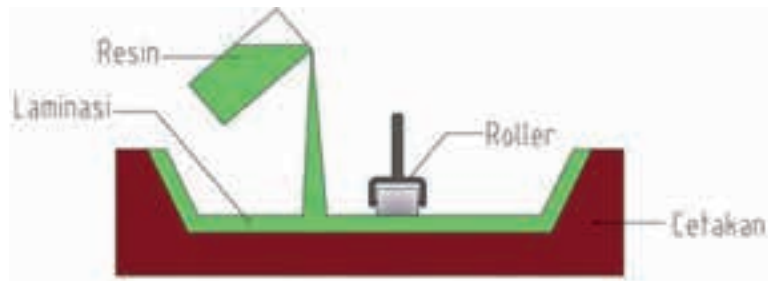
Sumber: Danang Kurniawan

Apakah kalian pernah melihat proses pembangunan kapal *fiberglass*?. Pembuatan kapal *fiberglass* biasanya dilakukan dengan menggunakan 3 metode, yaitu manual (*hand lay-up*), *spray-up*, atau menggunakan *vacuum infusion*.

Kapal *fiberglass* memiliki karakteristik lebih ringan, mudah dibentuk, dan materialnya mudah didapat. Kapal *fiberglass* dapat menggantikan fungsi kapal kayu. Namun, di beberapa negara maju kapal *fiberglass* tidak digunakan karena dianggap memiliki dampak pencemaran terhadap lingkungan. Tugas kalian di masa depan ialah mengembangkan proses, bentuk, ataupun inovasi pembangunan kapal *fiberglass* dengan lebih modern, inovatif, dan berkualitas, sehingga dapat meningkatkan nilai jual dan kesejahteraan nantinya.

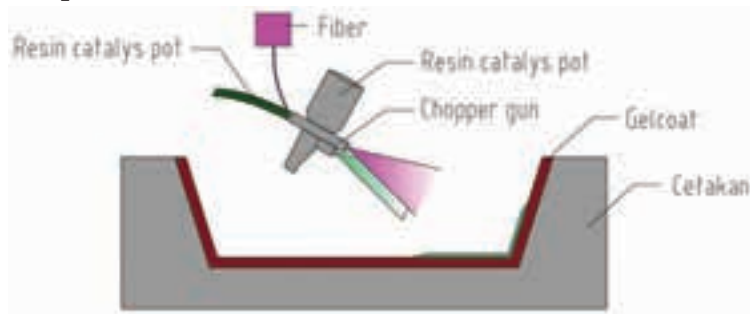
Metode yang digunakan dalam pembangunan kapal *fiberglass* saat ini, yaitu:

1) Metode Manual (*Hand Lay-Up*)

   Pengaplikasian metode manual (*hand lay-up*) dilakukan setelah dibuat cetakan kapal, kemudian serat kaca dan cairan resin yang telah diberikan *hardener* (katalis) diaplikasikan menggunakan kuas atau *roll* di atas cetakan sesuai perencanaan ketebalan lapisan.

Gambar 1.3 *Hand Lay-Up Process*

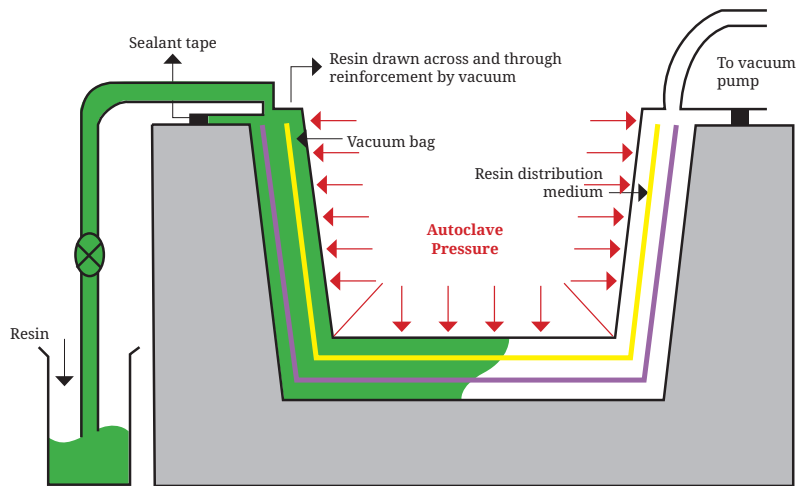
Sumber: Danang Kurniawan

2) Metode *Spray-Up*

Metode *Spray-Up* dilakukan dengan cara meletakkan serat glass pada cetakan kemudian resin disemprotkan menggunakan *spray gun* dengan tekanan angin yang berasal dari kompresor. Dalam menggunakan metode *spray-up*, volume katalis yang digunakan haruslah melalui perencanaan agar resin tidak mengeras pada *spray gun*. Dalam metode ini terdapat tambahan bahan yang dapat mengencerkan resin agar lebih mudah diaplikasikan.

Gambar 1.4 Metode *Spray-Up*

Sumber: Danang Kurniawan

3) *Vacuum Infusion*

Pada pengaplikasian metode *vacuum infusion*, serat kaca ditata di atas cetakan sesuai perencanaan ketebalan kemudian cairan resin yang telah diberikan *hardener* diaplikasikan menggunakan alat vakum khusus hingga proses laminasi merata sesuai rencana.

Gambar 1.5 *Vacuum Infusion Process*

Sumber: Kotresh Gaddikeri (www.researchgate.net)

Dari ketiga cara tersebut, setelah lapisan bagian kapal yang dicetak mengering, kemudian dilepas dari cetakan dan dilakukan *finishing*. *Finishing* pada kapal *fiberglass* meliputi perapian bentuk, pendempulan, pengecatan dasar, dan pengecatan akhir. Saat ini kapal *fiberglass* banyak digunakan untuk kapal ikan, kapal wisata, ataupun kapal patroli perairan pantai.

c. Kapal Baja (*Steel Ship/Steel Vessel*)

Gambar 1.6 Pengelasan Komponen Konstruksi Kapal Baja

Sumber: Danang Kurniawan

Berdasarkan gambar di atas, proses manufaktur kapal baja melalui proses perakitan dan pengelasan. Kapal baja memiliki karakteristik kuat terhadap kekuatan tekuk dan materialnya mudah didapat, namun proses pembuatannya lebih sulit dari kapal *fiberglass* dan kayu. Pembuatan kapal baja didasarkan pada perencanaan dan perancangan yang sangat kompleks melalui banyak tahapan. Saat ini kapal baja sangat mudah dijumpai sebagai kapal niaga, kapal perang, kapal wisata, kapal pandu, dan lain-lain.

d. Kapal Aluminium (*Aluminium Ship*)

Gambar 1.7 Pembuatan Kapal Aluminium

Sumber: Danang Kurniawan

Kapal aluminium memiliki karakteristik mudah dibentuk, ringan, dan materialnya mudah didapat, namun biaya pembuatan kapal aluminium sangat tinggi. Kapal aluminium dibentuk menggunakan pengelasan. Kapal aluminium banyak dijumpai pada kapal perang, kapal partoli, ataupun kapal lainnya yang membutuhkan performa kecepatan kapal. Pemilihan tersebut dilakukan karena kapal aluminium dapat membuat kapal jauh lebih ringan dan meningkatkan performa kapal.

e. Kapal Beton (*Ferro Cement Ship)*

Gambar 1.8 Kapal *Ferro Cement*

Sumber: ikons.id

Kapal *ferro cement* memiliki karakteristik mudah dibentuk dan materialnya mudah didapat, namun lemah terhadap getaran. Kapal *ferro cement* menggunakan konstruksi berbahan dasar besi beton atau *round bar* yang berfungsi sebagai penguat konstruksi dalam semen yang kemudian dilapisi oleh semen/beton yang membentuk badan kapal. Kapal *ferro cement* digunakan di perairan yang tenang serta minim ombak dan getaran. Kapal *ferro cement* berfungsi sebagai dermaga apung, *dock* apung, ataupun kapal niaga.

2. Jenis Kapal Berdasarkan Fungsinya

Selanjutnya kalian akan mempelajari tentang jenis-jenis kapal berdasarkan fungsinya. Untuk lebih memahami bentuk dan karakteristik kapal berdasarkan fungsinya, sebaiknya kalian melakukan pengamatan terhadap gambar-gambar kapal, baik melalui buku, internet, maupun sumber lainnya. Setelah kalian melakukan pengamatan terhadap gambar-gambar kapal, simaklah penjelasan lebih detail mengenai jenis-jenis kapal berdasarkan fungsinya berikut ini.

a. Kapal Barang (*General Cargo Ship)*

Gambar 1.9 Kapal *General Cargo*

Sumber: Baehaqi Almutoif (jatimnet.com)

General Cargo ialah kapal yang berfungsi untuk memuat bahan perdagangan, bahan makanan, mebel, mesin, kendaraan bermotor, bahan dagang berwadah karung, dan lain-lain. Kapal *general cargo* biasanya dilengkapi dengan *crane* yang memudahkan untuk proses bongkar muat di pelabuhan.

b. Kapal Kontainer/Peti Kemas (*Container Ship*)

Gambar 1.10 Kapal Kontainer

Sumber: Saudi Gazette (www.republika.co.id)

Kapal kontainer ialah kapal yang khusus digunakan untuk mengangkut muatan berupa peti kemas yang standar. Dalam kapal kontainer terdapat ruang muat khusus yang dibuat untuk mengangkut peti kemas standar yang disebut dengan *cells*. Standar ukuran peti kemas yang dapat diangkut oleh kapal kontainer adalah 20 dan 40 *feet*.

Pada kapal peti kemas dikenal istilah TEU dan FEU, yaitu satuan yang digunakan dalam menentukan volume muat kapal peti kemas. TEU (*twenty-foot equivalent unit*) merupakan satuan yang menggambarkan ukuran kontainer 20 *feet* sedangkan FEU (*fourty-foot equivalent unit*) ialah satuan yang menggambarkan ukuran kontainer 40 *feet*.

c. Kapal Cargo Curah (*Bulk Carrier Ship*)

Gambar 1.11 Kapal *Bulk Carrier*

Sumber: Norden (shippingwatch.com)

Kapal *Bulk Carrier* ialah kapal yang berfungsi untuk mengangkut muatan curah, seperti biji-bijian, bijih besi, batu bara, dan mineral lainnya. Peralatan bongkar muat kapal *bulk carrier* menggunakan sistem pneumatik (menyedot biji-bijian) dan juga konveyor (menggerakan biji-bijian).

d. Kapal Pengangkut Kayu (*Log Carrier/Timber Carrier*)

Gambar 1.12 Kapal *Log Carrier*

Sumber: Takaful Umum (takafulumumcabangjambi.wordpress.com)

Kapal *log carrier* ialah kapal yang berfungsi untuk mengangkut muatan berupa kayu balok, papan, ataupun kayu gelondongan.

e. Kapal Penumpang (*Passenger Ship*)

Gambar 1.13 *Passenger Ship*

Sumber: Wangi Sinintya Mangkuto (www.cnbcindonesia.com)

Passenger ship ialah kapal dengan muatan penumpang. Kapal ini berfungsi sebagai sarana transportasi antarpulau ataupun antarnegara dan benua. Selain sebagai sarana transportasi, saat ini *passenger ship* juga banyak digunakan sebagai kapal wisata.

f. Kapal Perang (*War Ship*)

Gambar 1.14 Kapal Perang

Sumber: Koarmada2 (tnial.mil.id)

Kapal perang ialah kapal yang berfungsi untuk memenuhi kepentingan militer sebagai penjaga wilayah kedaulatan laut suatu negara. Kapal perang terbuat dari material baja, aluminium, atau kombinasi keduanya.

g. Kapal Tunda (*Tug Boat*)

Gambar 1.15 Kapal Tunda

Sumber: Dok Humas Pelindo 1 (mediaindonesia.com)

Kapal tunda ialah kapal yang berfungsi sebagai kapal penarik ataupun pendorong kapal. Kapal tunda dapat menarik kapal seperti halnya kapal tongkang. Kapal tunda juga dapat digunakan untuk membantu mengarahkan kapal saat merapat ke dermaga atau pelabuhan.

Jenis kapal tunda dibagi menjadi 3, yaitu kapal tunda pantai, kapal tunda laut, dan kapal tunda samudera. Kapal tunda samudera merupakan kapal tunda terbesar, baik dari segi bentuk ataupun kapasitas mesinnya. Hal tersebut disesuaikan dengan fungsi tunda samudera yang digunakan untuk menarik kapal-kapal yang beroperasi di perairan samudera lepas.

h. Kapal Keruk (*Dredger Ship*)

Kapal keruk ialah kapal yang memiliki alat khusus yang berfungsi dalam pengerukan. Kapal keruk berfungsi untuk menjaga kedalaman perairan pelabuhan dan juga dapat digunakan dalam pekerjaan pengerukan atau reklamasi.

Gambar 1.16 Kapal Keruk

Sumber: Fauzan (www.liputan6.com)

i. Kapal Penelitian/Riset (*Research Ship*)

   Kapal penelitian ialah kapal yang difungsikan untuk mengangkut peralatan dan peneliti dalam aktivitas penelitian dan riset. Penelitian yang dimaksudkan adalah penelitian hidrografi (pemetaan dan pencarian data navigasi pelayaran sipil dan militer), penelitian oseanografi (pengukuran karakteristik fisik, kimiawi, dan iklim wilayah perairan), penelitian perikanan (mendeteksi keberadaan ikan), penelitian kutub (membawa peralatan, suplai, dan melakukan penelitian di daerah yang dilapisi es). Kapal riset kutub umumnya memiliki lambung pemecah es.

Gambar 1.17 Kapal Penelitian *Geomarine* 3

Sumber: Budi Prasetyo (www.djkn.kemenkeu.go.id)

j. Kapal Bantu Rumah Sakit (*Hospital Ship*)

Kapal bantu rumah sakit ialah kapal yang difungsikan sebagai rumah sakit terapung. Kapal ini merupakan kapal pendukung saat dilaksanakannya operasi militer ataupun digunakan pada saat kondisi genting seperti halnya bencana alam. Kapal bantu rumah sakit memiliki peralatan medis yang sama dengan rumah sakit pada umumnya.

Gambar 1.18 Kapal Bantu Rumah Sakit

Sumber: www.bumn.imfo

3. Jenis Kapal Berdasarkan Alat Penggerak Utama

Selain berdasarkan material pembuat dan fungsi operasionalnya, pengelompokan jenis kapal ada pula yang berdasarkan alat penggerak utamanya. Berikut penjelasan mengenai jenis-jenis kapal berdasarkan alat penggerak utamanya.

a. Kapal Layar (*Sailing Ship*)

Kapal layar ialah kapal yang penggerak utamanya terdiri dari layar-layar besar. Layar berfungsi untuk memusatkan angin yang menyebabkan munculnya energi dorong pada kapal, selain itu layar juga dapat berfungsi mengendalikan laju kapal. Saat ini kapal layar jarang ditemui dan hanya sebagian kecil digunakan pada kapal ikan konvensional, kapal latih ataupun kapal wisata dengan ukuran relatif lebih kecil.

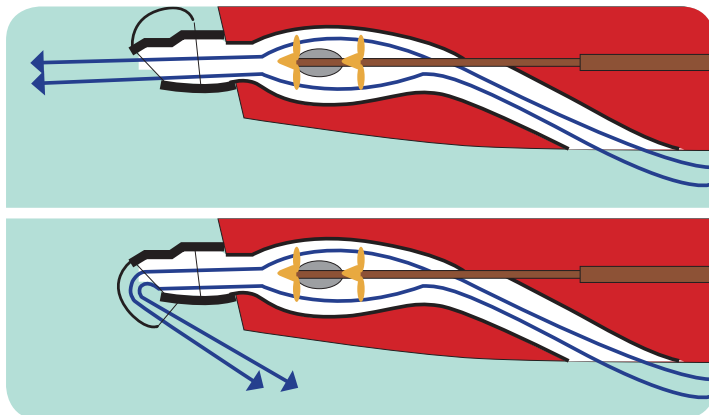
Gambar 1.19 Kapal Layar Pinisi
Sumber: Danang Kurniawan

b. Kapal Penggerak Baling-Baling (*Propeller Ship*)
Kapal dengan penggerak utama baling-baling cukup umum digunakan saat ini, baling-baling kapal berputar menghasilkan energi dorong yang menggerakkan kapal maju atau mundur. Baling-baling kapal diputar oleh mesin utama kapal. Jenis baling-baling yang digunakan untuk setiap kapal bervariasi dan biasanya ditentukan dari perencanaan dan perancangan kapal sebelumnya.

Gambar 1.20 Baling-Baling Kapal
Sumber: Tribun Medan (tribunnews.com)

c. Kapal Penggerak Roda Kincir (*Paddle Wheel Ship*)
Kapal penggerak *paddle wheel* ialah kapal yang penggerak utamanya terdiri dari roda kincir yang terletak di kanan, kiri, ataupun belakang kapal. Roda kincir pada kapal *paddle wheel* diputar oleh mesin utama kapal. Kapal *paddle wheel* saat ini banyak digunakan pada kapal transportasi sungai ataupun danau serta digunakan pula pada kapal wisata.

Gambar 1.21 Kapal Penggerak *Paddle Whee*l
Sumber: pxhere.com

d. Kapal Penggerak Propulsi Jet (*Jet Propulsion*)
Mekanisme kerja *jet propulsion* pada kapal ialah air dihisap atau masuk melalui saluran yang berada di haluan atau tengah kapal, kemudian air didorong ke belakang dengan pompa jet bertekanan tinggi, sehingga menghasilkan gaya dorong kapal dan kapal pun dapat bergerak. Sistem *water jet* ini banyak dijumpai pada kapal-kapal patroli dan *tug boat* dengan fungsinya sebagai pendorong, bukan penarik.

Gambar 1.22 Penggerak *Jet Propulsion*
Sumber: Kamewa (hyperleap.com)

Ayo Berdiskusi

Setelah mempelajari materi di atas, tentu sekarang kalian sudah memahami jenis-jenis kapal berdasarkan material, fungsi, dan alat penggeraknya. Selanjutnya diskusikanlah dengan teman sebangku ataupun teman satu kelompok kalian mengenai kelebihan dan kekurangan jenis-jenis kapal berdasarkan material pembuatannya serta diskusikan pula mengenai terobosan/inovasi terkait material perkapalan saat ini dan di waktu yang akan datang.

Sebagai bahan diskusi, kalian dapat mengumpulkan informasi dari buku, internet, maupun sumber belajar lainnya. Kemudian presentasikanlah hasil diskusi kalian sesuai dengan arahan guru pengampu.

B. Ukuran dan Bentuk Kapal

Ukuran dan bentuk kapal memiliki saling keterkaitan. Dengan memahami kedua hal tersebut, maka kalian akan lebih mudah untuk memahami jenis-jenis kapal. Untuk dapat menentukan ukuran dan ragam bentuk kapal, kalian terlebih dahulu harus mengetahui istilah-istilah dan definisi yang berkaitan dengan hal tersebut.

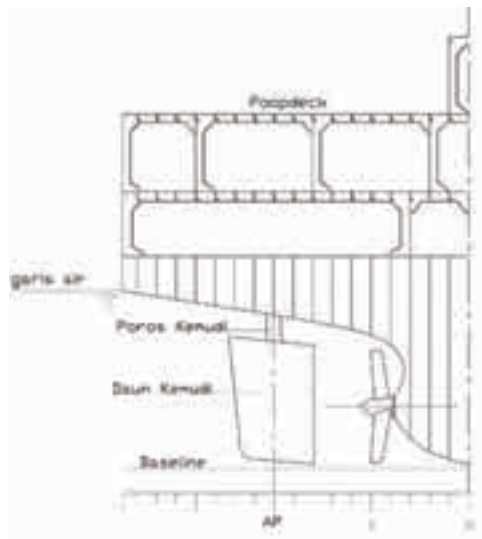
1. Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama kapal merupakan ukuran yang digunakan untuk menentukan besar kecilnya kapal, di antaranya yaitu panjang, lebar, ataupun tinggi. Pada ukuran utama kapal terdapat beberapa istilah yang harus kalian pahami.

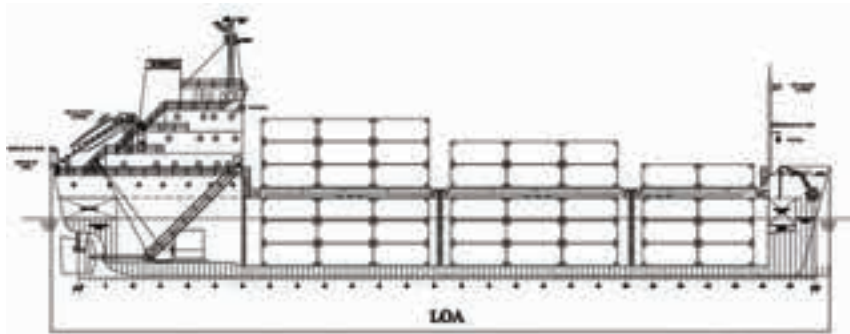
a. Garis Tegak Haluan (*Fore Perpendicullar*)
   Garis tegak haluan ialah garis tegak yang diproyeksikan dari perpotongan sisi luar linggi haluan dengan garis air pada sarat muatan penuh.

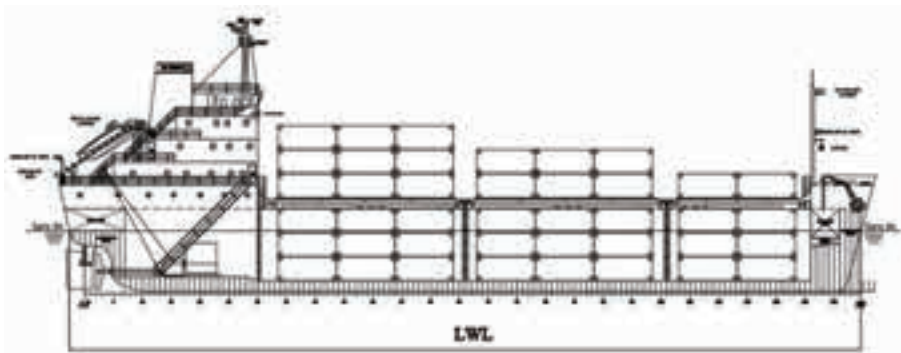
Gambar 1.23 Garis Tegak Haluan

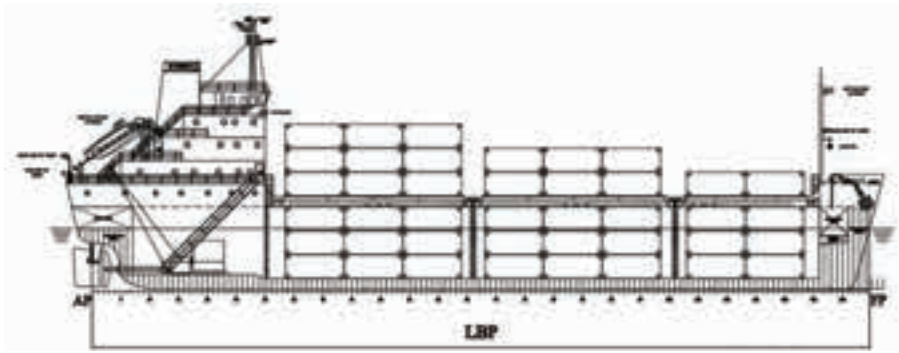
Sumber: Danang Kurniawan

b. Garis Tegak Buritan (*After Perpendicular*)
   Garis tegak buritan ialah garis tegak yang diproyeksikan dari sumbu poros kemudi atau sumbu pada sepatu kemudi kapal.

Gambar 1.24 Garis Tegak Buritan

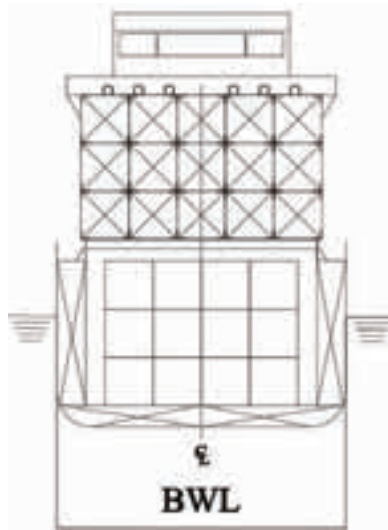
Sumber: Danang Kurniawan

c. LOA (*Length Over All*)
   LOA ialah panjang keseluruhan kapal yang diukur dari ujung haluan hingga ujung buritan kapal.

Gambar 1.25 *Length Over All*
Sumber: Danang Kurniawan

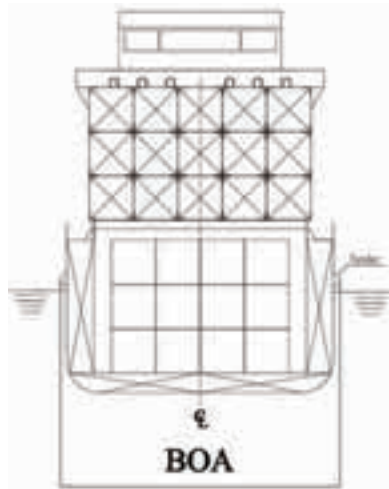
d. LWL (*Length Water Line*)
   LWL ialah panjang kapal yang diukur dari panjang garis air muat, yaitu perpotongan garis air dengan linggi luar pada haluan dan buritan kapal. Pengukuran LWL dilakukan tanpa menghitung tebal kulit kapal/*moulded*.

Gambar 1.26 *Length Water Line*
Sumber: Danang Kurniawan

e. LBP (*Length Between Perpendicular*)
   LBP ialah panjang kapal yang ditentukan dari dua garis tegak, yaitu garis tegak haluan dan buritan kapal pada sarat muatan penuh.

Gambar 1.27 *Length Between Perpendicular*

Sumber: Danang Kurniawan

f. BWL (*Breadth at The Water Line*)
BWL ialah lebar kapal yang diukur pada garis air muat. BWL diukur pada sisi luar gading (*frame*) tanpa kulit/*moulded*.

Gambar 1.28 *Breadth at The Water Line*

Sumber: Danang Kurniawan

g. BOA (*Breadth Over All*)
BOA ialah lebar maksimum kapal termasuk kulit dan bagian lainnya. Jika kapal memiliki *fender* atau bagian lain di luar kulit lambung, maka lebar kapal diukur termasuk dengan bagian *fender* tersebut.

Gambar 1.29 *Breadth Over All*

Sumber: Danang Kurniawan

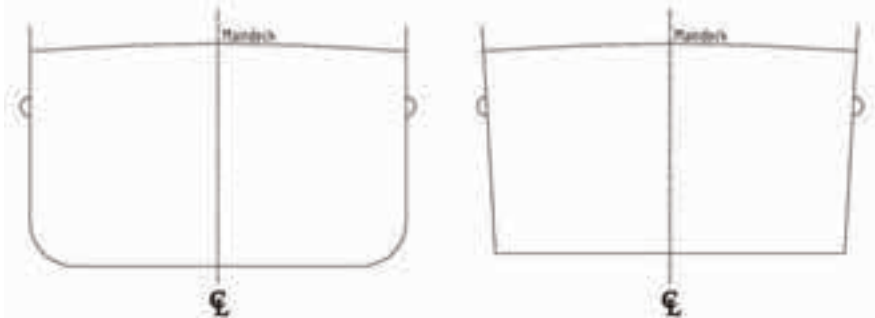
h. Tinggi Geladak Kapal (*Depth* atau H)
   Tinggi geladak kapal ialah tinggi geladak yang diukur dari garis dasar/*baseline* hingga geladak terendah. Geladak kapal terendah pada umumnya terdapat pada bagian tengah kapal.

i. Sarat Kapal (*Draught* atau T)
   Sarat kapal ialah ukuran kapal yang ditentukan dari garis dasar hingga garis air pada saat kapal muatan penuh.

2. Bentuk Lambung Kapal

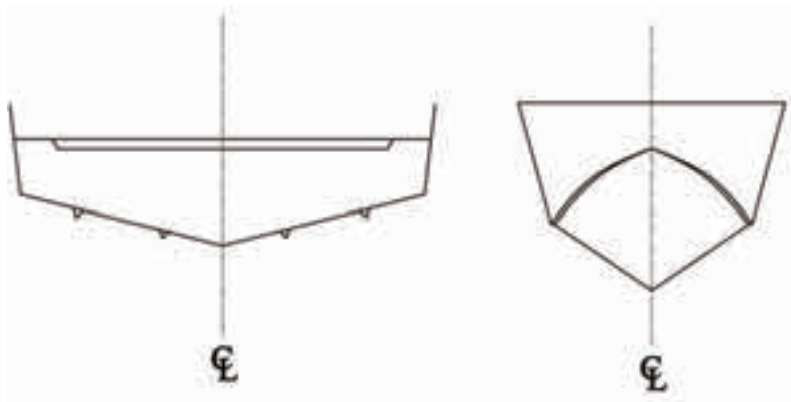
Lambung kapal sebagai badan kapal menyediakan daya apung yang dapat mencegah kapal dari tenggelam. Bentuk lambung kapal merupakan hal penting yang harus diperhatikan dalam proses pembuatan kapal karena akan memengaruhi stabilitas, kecepatan, kebutuhan bahan bakar, serta kedalaman yang diperlukan oleh kapal baik berkaitan dengan pelabuhan yang akan disinggahi maupun terhadap alur pelayaran yang akan dilalui. Simaklah penjelasan tentang bentuk-bentuk lambung kapal berikut.

a. Bentuk Lambung Datar
   Bentuk lambung datar digunakan pada kapal dengan kecepatan rendah dan pada umumnya digunakan pada

kapal bermuatan besar, seperti kapal kargo, kapal kontainer, kapal tanker. Pada umumnya kapal dengan bentuk lambung datar memiliki stabilitas yang baik serta volume dan kapasitas ruang muat yang besar namun tahanan kapal besar, sehingga memiliki kecepatan yang relatif rendah dan kemampuan *maneuverability* yang rendah.

Gambar 1.30 Bentuk Lambung Datar

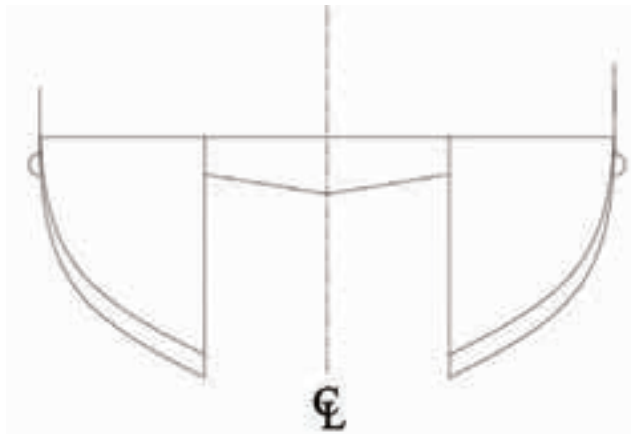
Sumber: Danang Kurniawan

b. Bentuk Lambung V

Bentuk lambung V pada umumnya digunakan pada jenis-jenis kapal cepat. Hal tersebut dikarenakan karakteristik bentuk lambung V yang memiliki tahanan/hambatan yang kecil, sehingga kecepatan kapal relatif besar dan hemat bahan bakar. Selain itu, kapal dengan bentuk lambung V memiliki kemampuan bermanuver yang lebih baik daripada jenis lambung lainnya. Akan tetapi, kekurangan kapal dengan jenis lambung ini ialah kapasitas muatan yang relatif lebih kecil.

Gambar 1.31 Bentuk Lambung V

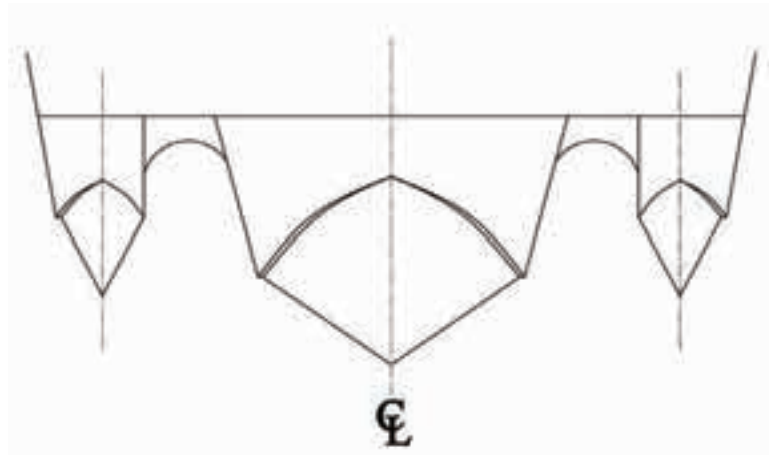
Sumber: Danang Kurniawan

c. Bentuk Lambung Katamaran

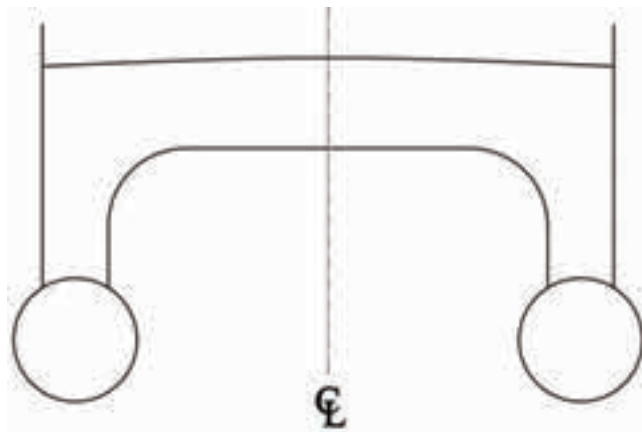
Bentuk lambung katamaran atau dua lambung merupakan jenis lambung yang sering ditemui pada kapal-kapal *yacht* dan kapal wisata. Hal tersebut dikarenakan jenis kapal pada lambung katamaran ini memiliki bentuk lambung yang unik. Karakteristik lambung katamaran ialah memiliki stabilitas yang baik dan tahanan kapal yang relatif kecil namun volume ruang muat relatif lebih kecil dan tidak cocok digunakan pada perairan bergelombang karena berdampak pada goyangan kapal yang tinggi.

Gambar 1.32 Bentuk Lambung Katamaran

Sumber: Danang Kurniawan

d. Bentuk Lambung Trimaran

Bentuk lambung trimaran ialah jenis kapal dengan menggunakan tiga lambung, di mana lambung tengah sebagai lambung utama dan kedua lambung di sisi kanan dan kiri sebagai lambung penyeimbang (*outrigger*) yang memiliki ukuran lebih kecil dari lambung utama. Pada umumnya jenis lambung trimaran digunakan pada kapal *yacht*, namun dalam perkembangannya saat ini kapal trimaran juga digunakan pada kapal cepat dan kapal patroli.

Gambar 1.33 Bentuk Lambung Trimaran

Sumber: Danang Kurniawan

e. Bentuk Lambung *SWATH* (*Small Waterplane Area Twin Hull*)
   Small Waterplane Area Twin Hull ialah desain lambung dengan tabung silindris berada di bawah air, sehingga dapat mengurangi tahanan kapal dan memungkinkan kapal melaju dengan cepat. Kapal dengan lambung *SWATH* digunakan pada kapal feri dan kapal penumpang lainnya.

Gambar 1.34 Bentuk Lambung *SWATH*

Sumber: Danang Kurniawan

Ayo Berdiskusi

Setelah membaca materi di atas, tentu kalian mulai memahami tentang istilah-istilah yang berkaitan dengan ukuran dan bentuk kapal. Selanjutnya lakukan pengamatan terhadap 3 buah lambung kapal yang berbeda, kemudian kenali karakteristik masing-masing lambung kapal tersebut. Temukan kekurangan dan kelebihan pada bentuk lambung kapal tersebut. Kalian dapat melakukan pengamatan melalui media internet, buku, ataupun sumber lainnya. Kalian juga dapat mendiskusikannya dengan guru dan teman sebangku untuk dapat memperdalam pengetahuan tentang kelebihan dan kekurangan lambung kapal. Laporkan hasil pengamatan kalian dengan mengisi tabel berikut, kemudian kumpulkan kepada guru pengampu.

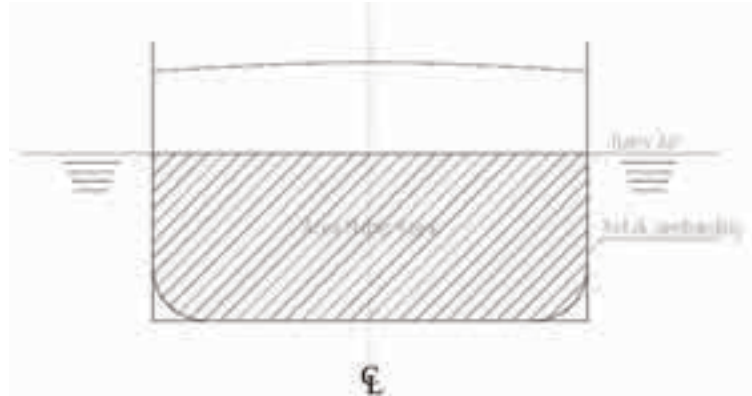
No.	Bentuk Lambung	Kelebihan	Kekurangan

C. Volume dan Berat Kapal

Dalam menentukan ukuran sebuah kapal, di antaranya dapat ditentukan berdasarkan volume dan beratnya. Seperti halnya ukuran dan bentuk kapal, kalian juga perlu memiliki pengetahuan mengenai istilah-istilah yang berkaitan dengan volume dan berat kapal tersebut.

1. Koefisien Kapal

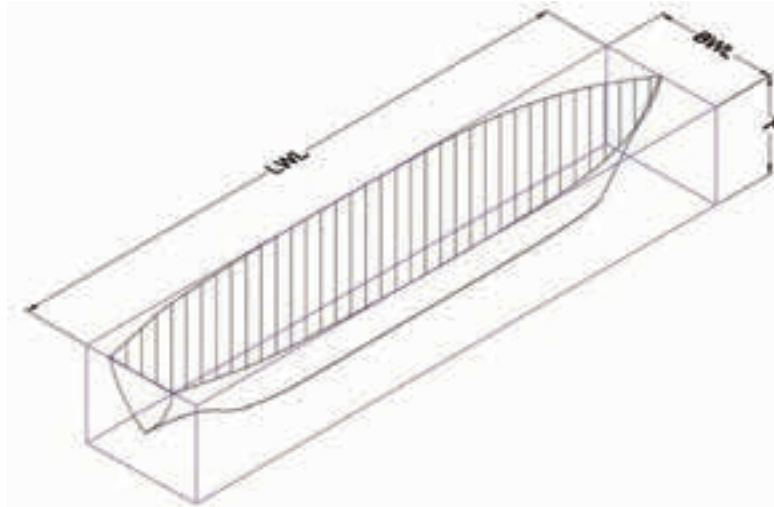
Koefisien kapal berkaitan dengan volume kapal. Koefisien kapal turut memengaruhi sifat dan karakteristik kapal. Berikut penjelasan mengenai beberapa koefisien kapal yang lazim digunakan.

a. Koefisien *Midship* (CM)
Koefisien *midship* kapal ialah perbandingan antara luas area potongan tengah kapal (*midship*) dengan kotak pembanding (dengan ukuran penampang lebar kapal (B) dan tingginya diambil dari sarat kapal (T)).

Gambar 1.35 Koefisien *Midship*
Sumber: Danang Kurniawan

b. Koefisien *Waterline* (CWL)
Koefisien *waterline* ialah perbandingan antara luas area garis air muat dengan kotak pembanding (ukuran penampang panjang kapal pada garis air (LWL) dikalikan dengan lebar kapal (B)).

Gambar 1.36 Koefisien *Waterline*
Sumber: Danang Kurniawan

c. Koefisien *Block* (CB)
Koefisien *block* kapal ialah perbandingan volume yang didapatkan dari bagian lambung kapal yang tercelup di dalam air dengan balok pembanding (dengan ukuran

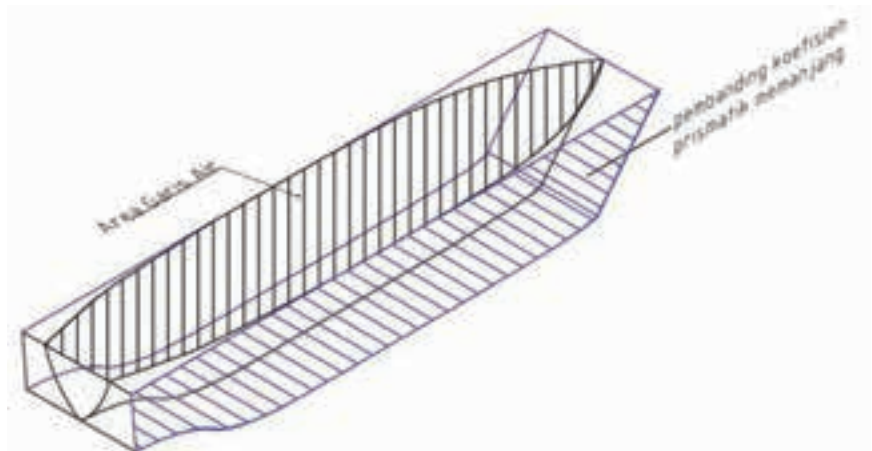
panjang garis air kapal (LWL), lebar kapal pada sarat muatan penuh (BWL), dan tinggi balok ialah sarat kapal T). Koefisien *block* dalam perkapalan sering dinotasikan dengan istilah CB. Untuk dapat memahami lebih mendalam, kalian dapat mengamati gambar berikut.

Gambar 1.37 Koefisien *Block*

Sumber: Danang Kurniawan

d. Koefisien Prismatik

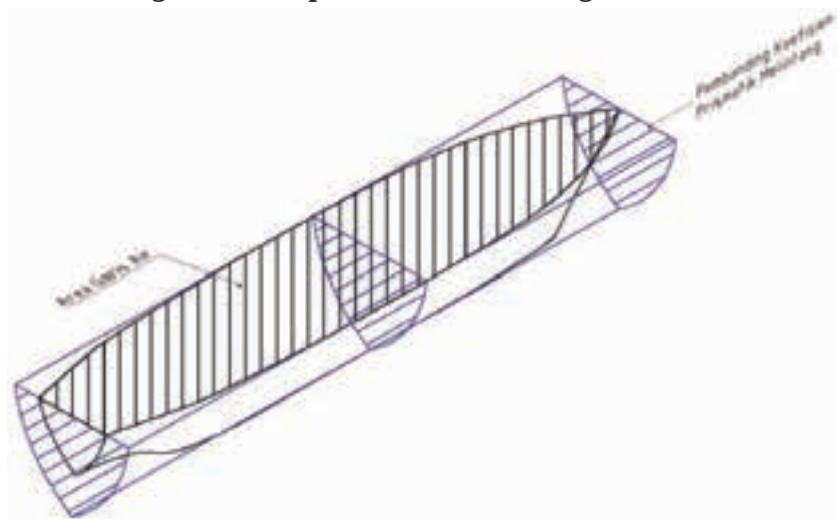
Koefisien prismatik ialah perbandingan antara bentuk kapal di bawah garis air dengan bentuk pembanding menyerupai prisma yang diambil dari penampang kapal secara memanjang ataupun melintang. Koefisien prismatik dibagi menjadi dua, yaitu koefisien prismatik memanjang dan koefisien prismatik melintang.

1) Koefisien Prismatik Memanjang

Koefisien prismatik memanjang merupakan bentuk pembanding diambil dari penampang tengah kapal searah memanjang pada area terbesar, yaitu penampang pada *center line* pada kapal lambung tunggal. Perhatikan gambar berikut untuk memahami lebih mendalam tentang koefisien prismatik memanjang.

Gambar 1.38 Koefisien Prismatik Memanjang

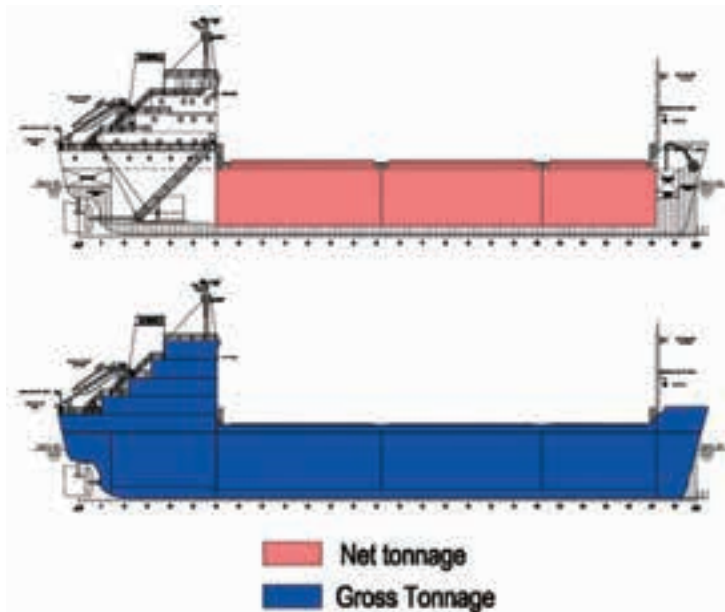
Sumber: Danang Kurniawan

2) Koefisien Prismatik Melintang

Koefisien prismatik melintang merupakan bentuk pembanding diambil dari penampang tengah kapal searah melintang pada area terbesar, yaitu penampang pada *midship* di kapal lambung tunggal. Perhatikan gambar berikut untuk memahami lebih mendalam tentang koefisien prismatik melintang.

Gambar 1.39 Koefisien Prismatik Melintang

Sumber: Danang Kurniawan

2. Volume Register Kapal

Dalam pengukuran kapal dikenal istilah *gross tonnage* (GT) dan *net tonnage* (NT). Kedua istilah tersebut menggambarkan besarnya volume ruang di dalam kapal. Namun, apakah kalian mengetahui perbedaan dari *gross tonnage* dan *net tonnage*? Untuk dapat mengetahui perbedaan *gross tonnage* dan *net tonnage* kalian dapat mengamati gambar berikut.

Gambar 1.40 *Gross Tonnage* dan *Net Tonnage*

Sumber: Danang Kurniawan

Setelah kalian mengamati gambar tersebut, tentunya kalian dapat menyimpulkan bahwa *gross tonnage* ialah volume kotor kapal atau besarnya volume seluruh ruangan tertutup pada kapal, termasuk di dalamnya ruang muat, ruangan di bawah geladak (*deck*), dan ruangan di atas geladak. Sedangkan *net tonnage* ialah besarnya volume ruang muat/volume muatan bersih pada area ruang muat. Pada umumnya ukuran *gross tonnage* dan *net tonnage* digunakan untuk mendaftarkan atau register kapal.

3. Berat Kapal

Setelah kalian memahami tentang volume register kapal, selanjutnya kalian akan mempelajari istilah berat kapal. Di mana sebuah kapal memiliki berat yang berasal dari berat kapal itu sendiri beserta kebutuhan *consumable*-nya (bahan bakar,minyak pelumas, air bersih, bahan makanan, serta berat seluruh anak buah kapal) dan muatan yang ada di atasnya. Pelajarilah istilah berat kapal berikut.

a. Bobot Mati Kapal (*Dead Weight Tonnage*), yaitu bobot muatan maksimal yang dapat diangkut oleh kapal pada kondisi sarat muatan penuh.
b. Bobot Kapal Kosong (*Light Weight Tonnage*), yaitu bobot kapal pada kondisi tanpa muatan/kosong.
c. *Displacement* (D), yaitu berat air yang dipindahkan oleh badan kapal yang tercelup dalam air. Secara sederhana *displacement* dapat digambarkan seperti sebuah ember yang penuh dengan air, kemudian dimasukkan sebuah benda ke dalam ember tersebut hingga air yang penuh di ember tersebut tumpah, lalu tumpahan air tersebut ditimbang, itulah yang dinamakan *displacement*.
   Displacement dapat dinotasikan sebagai berikut:

d. Volume *Displacement*, yaitu besarnya volume kapal yang tercelup di bawah garis air muatan penuh.

∇ = Lpp x B x T x Cb

Lpp	: Panjang dari AP ke FP
B	: Lebar kapal
T	: Sarat kapal
Cb	: Koefisien blok

Berikut contoh soal penggunaan rumus *displacement*.
Diketahui data kapal sebagai berikut :

Jenis kapal	: *General Cargo*
Lpp	: 80 meter
Lebar (B)	: 15 meter
Sarat kapal (T)	: 7 meter
Cb	: 0,85
Rute pelayaran	: Surabaya–Balikpapan

Kapal berlayar pada perairan laut dari Surabaya menuju Balikpapan, sehingga menggunakan masa jenis air laut 1,025 ton/m^3.

Ditanyakan:

a. Berapakah *volume displacement* kapal tersebut?
b. Berapakah *displacement* kapal tersebut?

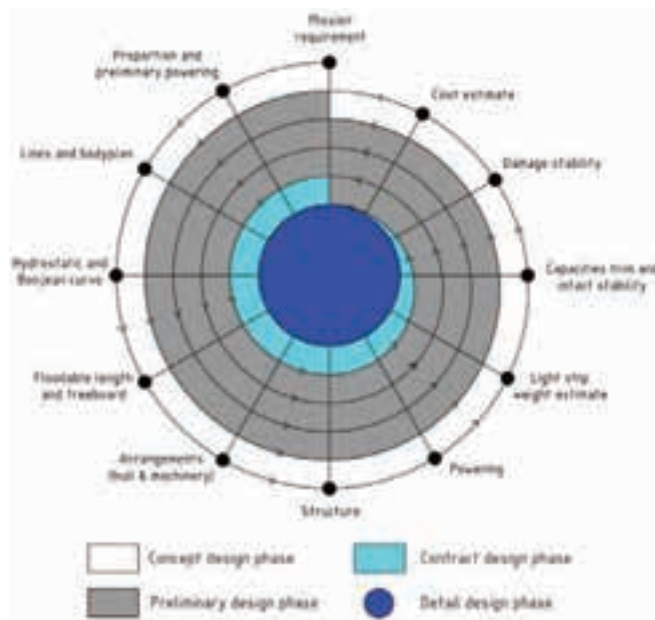
Jawaban:

a. *volume displacement*
   - ∇ : Lpp x B x T x Cb
   - ∇ : 80 x 15 x 7 x 0,85
   - ∇ : 7140 m^3

b. *displacement*
   - Δ : Lpp x B x T x Cb x ρ
   - Δ : *volume displacement* x ρ
   - Δ : 7140 x 1,025
   - Δ : 7318,5 *ton*

Sikap yang kalian butuhkan dalam mempelajari materi volume dan berat kapal ialah sikap berpikir kritis, disiplin, dan teliti. Jika ada materi yang belum dipahami, kalian dapat bertanya dan berdiskusi dengan guru pengampu. Selanjutnya kalian akan mempelajari tentang jenis-jenis kapal.

D. Proses Desain Kapal

Untuk memahami bagaimana proses desain sebuah kapal, kalian perlu mencermati gambar berikut.

Gambar 1.41 Desain Spiral

Sumber: Danang Kurniawan

Pembuatan desain kapal disesuaikan dengan spesifikasi dasar yang dibutuhkan oleh pihak pemesan kapal atau calon *ownership* kapal berdasarkan perencanaan operasional kapal. Pembuatan desain kapal merupakan proses yang terjadi berulang-ulang, hal tersebut bertujuan untuk menghasilkan sebuah desain kapal dengan hasil yang baik dan optimal. Dalam pembuatan desain kapal digambarkan dengan konsep desain spiral (*the spiral design*).

Konsep desain spiral dibagi menjadi 4 tahapan, yaitu: *concept design, preliminary design, contract design*, dan *detail design*.

1. Desain Konsep *(Concept Design)*

Concept Design merupakan tahap lanjutan setelah adanya *ownership requirement*. Dalam *concept design*, seorang desainer/perancang kapal menerjemahkan dan mendefinisikan *ownership requirement* menjadi sebuah konsep kapal sesuai dengan persyaratan, kebutuhan mendasar, serta kendala proses perencanaan kapal.

Concept design mulai dilakukan dengan menggunakan pendekatan dan batasan-batasan yang ada. Konsep kapal yang dihasilkan menggunakan pendekatan, perhitungan, kurva, ataupun pengalaman sebelumnya, sehingga menghasilkan sebuah estimasi biaya konstruksi, permesinan, kelistrikan, dan kelengkapan lainnya. *Concept design* biasanya berupa gambar atau sketsa dari sebagian ataupun kapal secara utuh.

2. Desain Pendahuluan (*Preliminary Design)*

Preliminary Design merupakan tahap lanjutan dari *concept design*. Desain spiral konsep ini berada pada lintasan ke 2, di mana dalam hal ini perencanaan dan perancangan dibuat lebih detail berdasarkan pada kebutuhan sebelumnya.

Pada tahap ini detail yang dimaksud ialah fitur yang berperanguh penting pada kapal, contohnya perhitungan kekuatan memanjang, perhitungan kekuatan tekuk, pengembangan desain *midship* kapal, serta perhitungan yang lebih akurat pada berat kapal, titik berat, stabilitas, dan lain-lain secara tertulis disertai dengan hasil analisis atau gambar yang mendasar sesuai aturan pembuatan kapal.

3. Desain Kontrak (*Contract Design)*

Contract Design merupakan tahap lanjutan dari *preliminary design*, di mana pada tahap ini pengembangan perancangan menjadi lebih detail dan lengkap sehingga memungkinkan

pembangun kapal (calon *ownership*) mengerti secara jelas tentang kapal yang akan dibuat dengan disertai estimasi biaya yang akurat untuk seluruh pembangunan kapal.

Tujuan *contract design* ialah untuk membuat deskripsi kapal yang akan dibuat secara utuh yang nantinya akan digunakan sebagai dasar kontrak pembangunan kapal antara pihak pemesan kapal dengan pihak galangan pembuat kapal. Adapun komponen-komponen dalam *contract drawing* dan *contract specification* adalah sebagai berikut:

a. *Structural Drawing* dan *Structural Design*
b. *Arrangement Drawing*
c. *Propulsion Arrangement*
d. *Machinery Section*
e. *Propeller Section*
f. *Generator Section*
g. *Electrical Section*

Komponen-komponen tersebut disebut juga dengan *key plan*. *Key plan* harus dapat mempresentasikan secara detail mengenai kapal yang dipesan oleh *ownership*.

4. Desain Detail *(Detail Design)*

Detail design ialah tahapan akhir dari mendesain sebuah kapal, di mana gambar-gambar yang dihasilkan sebelumnya dirinci kembali menjadi gambar kerja yang lebih detail secara menyeluruh. Sehingga dari gambar kerja tersebut dapat dibuat bagian komponen kapal yang sebenarnya. Contoh gambar detail desain ialah gambar detail komponen (*detail drawing part*), gambar detail konstruksi (*detail drawing construction*), gambar bukaan konstruksi kapal, gambar rencana pemotongan material (*cutting plan*), dan lain-lain.

Setelah mengetahui proses desain kapal pada materi di atas, kalian juga dapat mengembangkan pengetahuan tentang alur pemesananan kapal dengan mencari informasi dari sumber lain, seperti internet ataupun buku lainnya. Selanjutnya kita akan belajar tentang ukuran dan bentuk kapal.

E. Proses Bisnis Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal

Ayo Berdiskusi

Pernahkah kalian mendengar istilah Proses Bisnis?
Sebelum kita memulai pembahasan mengenai Proses Bisnis Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal, diskusikanlah bersama teman sebangku kalian mengenai apa itu proses bisnis dengan mengamati aktivitas bisnis yang ada di sekitar kalian. Setelah itu, kaitkan pemahaman proses bisnis tersebut dengan bidang manufaktur konstruksi kapal. Sampaikanlah hasil diskusi kalian di depan kelas. Sebagai bahan diskusi kalian dapat memperoleh informasi melalui buku, internet, dan sumber lainnya.

Setelah kalian berdiskusi tentang proses bisnis dan mengkaitkannya dengan bidang manufaktur konstruksi kapal, tentunya kalian telah memperoleh gambaran mengenai kedua hal tersebut. Untuk pembahasan lebih detail mengenai Proses Bisnis Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal, simaklah penjelasan materi berikut.

Pada pembelajaran ini kalian akan diperkenalkan dengan proses bisnis manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal. Bisnis manufaktur merupakan aktivitas pengolahan bahan mentah menjadi sebuah produk dengan melalui proses pengubahan bentuk, sifat, dan tampilannya, sedangkan rekayasa konstruksi kapal berkaitan dengan perancangan, perencanaan, konstruksi, dan manajemen infrastruktur kapal. Berikut penjelasan lebih detail terkait Proses Bisnis Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal.

1. Alur Pemesanan Kapal

Seorang calon *ownership* kapal memesan kapal melalui 2 tahapan pemesanan, yaitu tahapan prakontrak kapal dan tahapan kontrak kapal. Pada tahapan prakontrak kapal, proses perencanaan desain meliputi *concept design* dan *preliminary design.* Adapun pada tahapan kontrak, tahapan perencanaan

dan perancangan desain meliputi *contract design* dan *detail design*. Berikut ini merupakan alur pemesanan kapal hingga pelaksanaan kontrak kapal.

c. Prakontrak Kapal

Tahap prakontrak kapal terdiri dari:

1) Calon *ownership*/konsultan pemesan kapal menentukan tipe dan jenis kapal;
2) Calon *ownership*/konsultan pemesan kapal menentukan rute pelayaran kapal;
3) Calon *ownership*/konsultan pemesan kapal menentukan kapasitas muatan kapal;
4) Calon *ownership*/konsultan pemesan kapal menentukan kecepatan kapal;
5) Calon *ownership*/konsultan pemesan kapal meminta ringkasan singkat spesifikasi teknik dan gambar rencana umum.

Dokumen kontrak yang harus disiapkan oleh galangan pada proses prakontrak kapal ialah:

1) Galangan pembuat kapal menyiapkan draf spesifikasi teknis kapal.
2) Galangan pembuat kapal menyiapkan ukuran utama kapal.
3) Galangan pembuat kapal menyiapkan draf gambar rencana umum kapal (*general arrangement*).
4) Galangan pembuat kapal menyiapkan perincian harga kapal.

d. Kontrak Kapal

Pada saat pelaksanaan kontrak kapal, galangan diharuskan menyiapkan data pendukung yang akurat dan lengkap, di antaranya:

1) Galangan pembuat kapal membawa hasil rancangan kapal yang berisi rencana garis (desain bentuk dan performa kapal), rencana umum kapal (ruang muat, kamar mesin, akomodasi, dan tangki-tangki), gambar *class/owner approval* (*midship section, steel plan, shell expansion, diagram pipa*, dan listrik), Detail desain

(*arrangement, routing* pipa, dan lain-lain), dan *shop drawing*/gambar kerja (*assembly drawing, nesting, piece pipe, ducting, cable tray*, dan lain-lain).

2) Galangan pembuat kapal menyiapkan rencana anggaran biaya (*bill of quantity*) yang berisi daftar peralatan kapal (*equipment list*), daftar material kapal (*material list*), material habis pakai (*consumable material*), dan material perlengkapan kapal (*material outfitting*).

Ketika semua aspek tersebut telah sesuai dengan permintaan calon *ownership*/pemesan kapal, maka kontrak pembangunan kapal dapat dilaksanakan. Tenggang waktu pembangunan kapal tertuang dalam kontrak kapal dan disepakati oleh pihak-pihak terkait. Jika tenggang waktu penyelesaian pembangunan kapal terjadi keterlambatan, biasanya terdapat denda atau adendum yang dibuat berdasarkan kesepakatan para pihak yang tekait dalam kontrak pembangunan kapal.

Setelah mengetahui alur pemesanan kapal dari materi tersebut, kalian dapat mengembangkan pengetahuan tentang alur pemesananan kapal dengan mencari informasi dari sumber lain, seperti internet ataupun buku lainnya. Selanjutnya kalian akan mempelajari tentang jabatan-jabatan strategis dalam proses manufaktur kapal.

2. Jabatan Strategis dalam Proses Manufaktur Kapal

Untuk memahami jabatan-jabatan strategis dalam proses manufaktur kapal, kalian harus mencermati dan memahami jabatan dan posisi strategis berikut untuk mendapatkan gambaran di masa depan tentang wewenang, tugas, dan tanggung jawab kalian nantinya di dunia kerja.

a. Direktur Produksi

Dalam proses pembangunan sebuah kapal, tugas dan wewenang seorang direktur produksi ialah melakukan perencanaan dan pengorganisasian jadwal produksi, menilai proyek, menilai sumber daya persyaratan dalam proyek, menentukan standar kualitas, memperkirakan

rentang waktu pengerjaan, dan bernegosiasi serta menyetujui anggaran dan rentang waktu dengan klien dan kepala divisi/manajer.

Dalam proses produksi kapal pada umumnya seorang direktur produksi membawahkan beberapa kepala divisi, di antaranya kepala divisi desain, kepala divisi produksi kapal, dan kepala divisi jaminan kualitas.

b. Kepala Divisi (Setingkat Manajer)

Tugas dan tanggung jawab kepala divisi ialah mengawasi pelaksanaan proses produksi, mulai dari bahan baku awal hingga menjadi barang jadi. Menjaga dan mengawasi agar mutu bahan baku dalam proses dan mutu barang jadi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan perusahaan.

Dalam proses produksi kapal kepala divisi membawahkan beberapa kepala biro dan kepala bengkel, di antaranya kepala biro dukungan fasilitas produksi, kepala biro dukungan fabrikasi, kepala bengkel fabrikasi, dan kepala bengkel pipa.

c. Kepala Biro

Tugas dan tanggung jawab kepala biro ialah mengadakan koordinasi dengan pimpinan dan unit-unit lain, memberikan petunjuk dan pengarahan kepada staf, dan bersama-sama bertanggung jawab dalam pengelolaan administrasi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

d. Kepala Bengkel

Kepala bengkel bertugas untuk memimpin operasional bengkel sesuai dengan standar operasional prosedur perusahaan, menjamin terlaksananya proses operasional dan produksi di setiap bengkel, serta melakukan *couching*, *counselling*, dan *correcting*. Di dalam bengkel produksi kapal pada umumnya terdapat seorang *helper*, *fitter*, dan *welder*.

e. Fitter

Fitter ialah orang yang memiliki kompetensi di bidang fabrikasi dan perakitan alat-alat produksi atau konstruksi. Pada umumnya, seorang *fitter* memiliki keahlian dalam proses *marking*, pemotongan material, dan perakitan material.

f. *Welder*

Welder ialah orang yang memiliki kompetensi di bidang pengelasan dan penyambungan material yang berupa aluminium, besi, dan baja. Dalam produksi kapal, *welder* dibedakan berdasarkan objek yang dikerjakannya, yaitu *welder* pelat dan *welder* pipa.

Setelah mempelajari jabatan strategis dalam manufaktur dan produksi kapal, kalian dapat mengetahui tugas, tanggung jawab, serta kompetensi yang dibutuhkan pada setiap jabatan dalam proses manufaktur kapal. Informasi tersebut dapat menjadi motivasi bagi kalian saat berkiprah di dunia kerja.

3. Fasilitas Bengkel dalam Manufaktur Kapal

Aktivitas produksi dalam proses produksi kapal dilaksanakan di beberapa lokasi/bengkel, umumnya berdasarkan jenis material dan aktivitas pekerjaan. Berdasarkan jenis material, lokasi produksi dibedakan menjadi 2, yaitu bengkel metal dan bengkel nonmetal. Sedangkan berdasarkan aktivitas pekerjaannya, lokasi/bengkel dibedakan menjadi bengkel fabrikasi, bengkel *assembly*, bengkel *erection*, dan lokasi-lokasi pendukung produksi lainnya, seperti ruang gambar atau laboratorium desain dan laboratorium pengujian bahan dan jaminan kualitas yang juga sangat penting dalam proses produksi kapal.

a. Bengkel Fabrikasi

Bengkel fabrikasi merupakan fasilitas produksi yang digunakan untuk memproses *raw* material menjadi komponen-komponen kapal melalui proses *marking*, pemotongan, perataan, *bending*, dan proses lainnya. Bengkel fabrikasi dipimpin oleh seorang kepala bengkel dan di dalamya terdapat orang-orang yang memiliki keterampilan atau kompetensi di bidang pemotongan logam, *fitter*, ataupun *welder*.

b. Bengkel *Assembly*

Bengkel *assembly* merupakan fasilitas produksi yang digunakan dalam proses perakitan komponen-komponen kapal atau konstruksi kapal menjadi *part* ataupun *block* melalui proses pelevelan, perakitan, dan pengelasan.

Bengkel *assembly* dipimpin oleh kepala bengkel dan di dalamnya terdapat pekerja yang memiliki keterampilan atau kompetensi di bidang *fitter*, *welder*, dan operator alat berat yang dapat mengoperasikan *crane*.

c. Bengkel *Erection*
Bengkel *erection* merupakan fasilitas produksi yang digunakan dalam proses menyatukan beberapa blok menjadi satu kapal yang utuh. Bengkel *erection* dipimpin oleh seorang kepala bengkel dan di dalamnya terdapat pekerja dengan keterampilan atau kompetensi di bidang *fitter*, *welder*, dan operator alat berat yang dapat mengoperasikan alat berat dan *crane*.

Ayo Berdiskusi

Setelah membaca materi di atas, tentunya kalian dapat memahami proses bisnis bidang manufaktur konstruksi kapal, selanjutnya diskusikan dengan teman sebangku ataupun teman satu kelompok kalian mengenai produk-produk apa saja yang dihasilkan dari proses bisnis manufaktur dan rekayasa kapal di area kerja bengkel metal, bengkel nonmetal, dan ruang/laboratorium gambar.

Sebagai bahan diskusi, kalian dapat mengumpulkan informasi dari buku, internet, maupun sumber belajar lainnya. Setelah itu, kalian presentasikan hasil diskusi tersebut sesuai dengan arahan guru pengampu.

F. Mata Rantai Pasok (*Supply Chain*) dalam Proses Pembangunan Konstruksi Kapal

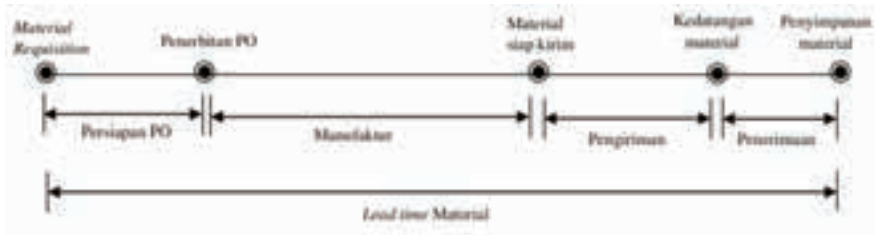
Pada proses pembangunan konstruksi kapal terdapat banyak tahapan yang harus dilalui. Di antaranya ialah pengadaan material. Pengadaan material sangat memengaruhi kelancaran proses pembangunan konstruksi kapal. Ketersediaan material berkaitan erat dengan mata rantai pasok (*supply chain*). Kinerja rantai pasok diindikasikan dengan kualitas, harga, dan performa pengiriman material. Apabila galangan mampu mengefisienkan

rantai pasoknya, maka akan mengurangi biaya pengadaan material dan mempercepat serta memperlancar proses pembangunan konstruksi kapal.

1. Pengadaan Material

Berdasarkan sumbernya, material yang digunakan pada proses produksi kapal dibedakan menjadi 2, yaitu material lokal dan material impor.

a. Material lokal ialah material yang pengadaannya dibeli dari industri dalam negeri.
b. Material impor ialah material yang ketersediaannya diimpor dari industri luar negeri.

Dalam menentukan rantai pasok produksi kapal, terdapat faktor yang memengaruhi penggunaan material lokal dan impor, yaitu ketersediaan pasar, permintaan *ownership*/pemesan kapal, perbandingan harga, perbandingan kualitas, dan *delivery lead time*. *Delivery lead time* ialah waktu dikeluarkannya surat pemesanan hingga waktu pertama kali sebuah barang diterima (Locke: 1996).

Gambar 1.42 *Lead Time Material*

Sumber: Buletin PSP, Volume XVII, No 3, Desember 2008

Jenis Material	Total lead time (hari)			
	Lokal	Asean	Asia	Eropa
Pelat baja	104	143	153	174
Bahan las	110	149	159	180
Cat	80	119	129	150
Peralatan navigasi dan komunikasi	248	287	297	318
Kemudi	218	257	267	288
Peralatan keselamatan	149	188	198	219
Pipa	119	158	168	189
Peralatan bongkar muat	158	197	207	228
Jangkar	98	137	147	168
Mesin	308	347	357	378

Gambar 1.43 *Lead Time Material* Berdasarkan Asal Pemasok

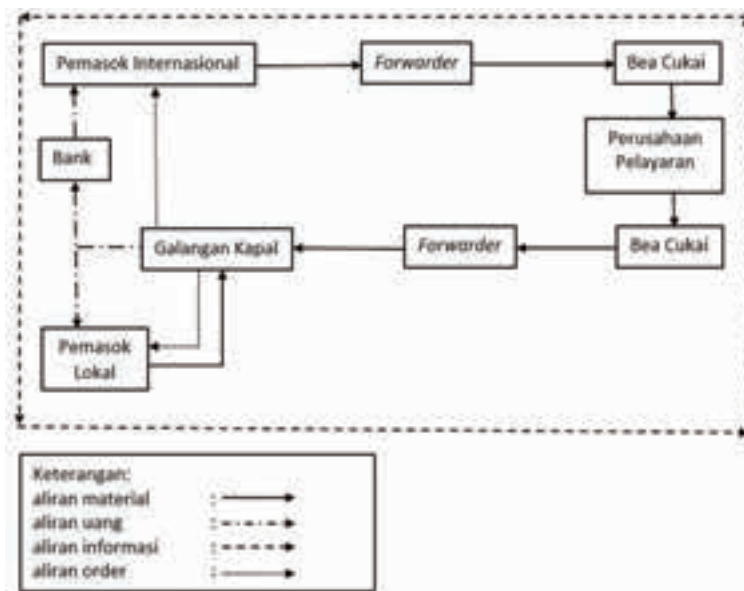
Sumber: Buletin PSP, Volume XVII, No 3, Desember 2008

2. Struktur Rantai Pasok Material

Dalam struktur rantai pasok material di galangan terdapat 3 aliran, yaitu aliran material, aliran uang, dan aliran informasi (Pujawan, 2006).

a. Aliran material berasal dari pemasok setelah menerima permintaan material dari galangan dibuktikan dengan surat pesanan secara resmi.
b. Aliran uang berasal dari pihak galangan yang dibayarkan kepada pemasok dari material yang dibeli.

c. Aliran informasi berjalan selama proses rantai pasok berjalan antara pihak-pihak yang terlibat dalam aliran material dan aliran uang.

Struktur umum rantai pasok dalam produksi kapal terdiri dari pemasok lokal, pemasok internasional, *forwarder* nasional dan internasional, operator transportasi nasional dan internasional, perusahaan pelayaran, lembaga keuangan, dan bea cukai.

Gambar 1.44 Struktur Rantai Pasok Proses Produksi Kapal

Sumber: Buletin PSP, Volume XVII, No 3, Desember 2008

3. Faktor Keterlambatan Rantai Pasok

Terdapat 3 faktor penting yang memengaruhi keterlambatan rantai pasok pada proses produksi kapal, yaitu kualitas, harga, dan pengiriman (*delivery performance*). Jika terjadi ketidaksesuaian pada salah satu faktor tersebut, maka dapat menghambat jalannya rantai pasok pada proses produksi kapal. Sebagai contoh, jika kualitas barang yang datang di bawah standar barang yang ditentukan, maka proses pengembalian barang akan memakan waktu yang lama dan memengaruhi proses produksi. Selain itu harga yang tidak standar dan pengiriman barang yang terlambat tidak sesuai dengan waktu yang direncanakan sebelumnya juga dapat memengaruhi keterlambatan produksi, mengingat proses produksi kapal yang memiliki *timeline* pekerjaan yang sangat padat.

No.	Kegiatan	Kegiatan Pendahulu	Subyek Kegiatan
	Persiapan pembelian: *Material requisition:*		
1	Menerimaan daftar kebutuhan material		Gal
2	Mengecek material	1	Gal
3	Menerbitkan daftar pengadaan material	2	Gal
	Material Inquiry:		
4	Menyiapkan SPPH	3	Gal
5	Memilih supplier yang diundang	4	Gal
6	Menerbitkan SPPH	5	Gal
	Material Offering:		
7	Mendistribusikan SPPH	6	Gal
8	Menerima penawaran dari pemasok	7	Gal
9	Klarifikasi teknis	8	Gal
10	Negosiasi	9	Gal
11	Laporan hasil	10	Gal
	Penerbitan PO:		
12	Meminta persetujuan manajemen	11	Gal
13	Finalisasi kontrak	12	Gal
14	Menerbitkan PO	13	Gal
15	Mendistribusikan PO	14	Gal
16	Proses Manufaktur	15	Pmsk
17	Pengiriman material	16	Pmsk
18	Penerimaan material	17	Gal

Gambar 1.45 Urutan Proses Pengadaan Material Lokal

Sumber: Buletin PSP, Volume XVII, No 3, Desember 2008

No.	Kegiatan	Kegiatan Pendahulu	Subjek Kegiatan
1–15	Persiapan penerbitan PO		Gal
16	*Open L/C*	15	Gal & Bank
17	Manufaktur	16	Pmsk
	Pengiriman Material:		
18	*Inland Transport & Eksport Clearance*	17	Fwdr Int, Custom
19	Pengapalan	18	Pelayaran
	Doc flow selama pelayaran berlangsung:		
20	Mengirimkan *shipping doc* (copy) ke galangan	19	Pmsk
21	Menerima *shipping doc* (copy) dari pemasok	20	Gal
22	Transaksi antara pemasok dan *paying bank*	21	Pmsk & Bank
23	Transaksi antara *paying bank* dan *opening bank*	22	Bank
24	Transaksi antara galangan dan *opening bank*	23	Gal & Bank
25	Melaporkan kedatangan kapal ke penerima barang	24	Pelayaran
26	Membongkar muatan	25	Fwdr Nas
27	Penimbunan material di gudang	26	Fwdr Nas
	Pengeluaran barang impor:		
28	Membuat PIB	25	Fwdr Nas
29	Membayar Bea masuk	28	Gal, Fwdr Nas
	Import Clearance:		
30	Menyerahkan *shipping doc.* ke KPBC	29	Fwdr Nas
31	Memeriksa PIB dan *shipping doc.*	30	Custom
32	Memeriksa fisik material	27, 31	Custom
33	Penerbitan SPPB	32	Custom
34	Penukaran B/L dengan D/O	33	Fwdr Nas
35	*Inland Transport*	34	Fwdr Nas
36	Penerimaan material di galangan	35	Gal

Ket:
Gal : Galangan
Bank : Bank
Pmsk : Pemasok
Fwdr : *Forwarder*
Custom : *Custom*

Gambar 1.46 Urutan Proses Pengadaan Material Impor

Sumber: Buletin PSP, Volume XVII, No 3, Desember 2008

4. Tingkat Komponen dalam Negeri (TKDN)

TKDN ialah suatu persentase komponen produksi di Indonesia pada suatu barang, produk jasa, ataupun kombinasi keduanya yang mengatur segala hal penggunaan sumber daya produksi. Dalam pasal 61 PP Nomor 29 Tahun 2018 tentang Pemberdayaan Industri disebutkan bahwa dalam pengadaan barang dan jasa pengguna Produk dalam Negeri wajib menggunakan Produk dalam Negeri apabila terdapat Produk dalam Negeri yang memiliki penjumlahan nilai TKDN dan nilai Bobot Manfaat Perusahaan minimal 40% (empat puluh persen). Selain itu, disebutkan pula bahwa Produk dalam Negeri yang wajib digunakan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus memiliki nilai TKDN paling sedikit 25% (dua puluh lima persen).

Dalam mengukur TKDN suatu barang atau produk jasa, Badan Nasional Peningkatan Penggunaan Produk dalam Negeri telah menetapkan prosedur pengukuran yang didasarkan pada faktor produksi, seperti bahan atau material secara langsung, tenaga kerja langsung, dan biaya tidak langsung pabrik. Sedangkan untuk TKDN pada produk jasa, perhitungan TKDN didasakan pada tenaga kerja, alat kerja/fasilitas, dan jasa umum. TKDN bertujuan untuk mengurangi ketergantungan produksi barang atau jasa pada sumber daya impor, sehingga dapat memajukan produksi lokal atau dalam negeri dan mempercepat alur perdagangan lokal.

Ayo Berdiskusi

Setelah mempelajari materi di atas tentunya kalian mulai memahami tentang rantai pasok dalam proses manufaktur perkapalan. Selanjutnya berdiskusilah dengan teman sebangku atau satu kelompok kalian mengenai kendala-kendala rantai pasok dalam manufaktur perkapalan serta temukan solusi untuk mengatasi kendala-kendala tersebut.

Sebagai bahan diskusi, kalian dapat mengumpulkan informasi dari buku, internet, maupun sumber belajar lainnya. Selanjutnya kalian presentasikan hasil diskusi kalian sesuai dengan arahan guru pengampu.

G. Perawatan Peralatan Produksi Kapal

Perawatan (*maintenance*) merupakan hal yang sangat penting agar peralatan dan mesin kerja selalu dalam kondisi baik dan siap untuk digunakan kapan pun. Perawatan ialah fungsi yang memonitor serta memelihara fasilitas pabrik, peralatan, dan fasilitas kerja. Hal tersebut dilakukan dengan merancang, mengatur, menangani, dan memeriksa pekerjaan untuk menjamin fungsi dari unit selama waktu operasi (*uptime*) dan meminimalkan selang waktu berhenti (*downtime*) yang diakibatkan oleh adanya kerusakan maupun perbaikan (Manzini, 2010).

Menurut Nachnul dan Imron (2013), proses perawatan secara umum bertujuan untuk memfokuskan dalam langkah pencegahan guna mengurangi atau bahkan menghindari kerusakan dari peralatan dengan cara memastikan tingkat keandalan dan kesiapan serta meminimalkan biaya perawatan.

1. Kebijakan Perawatan Peralatan Produksi

Sebagaimana pemaparan di atas, perawatan peralatan industri merupakan salah satu faktor yang penting dalam proses produksi. Menurut Sudradjat (2011) bentuk kebijakan perawatan peralatan produksi ialah sebagai berikut:

a. *Preventive Maintenance*
   Preventive maintenance ialah perawatan yang didasarkan pada pencegahan terhadap kerusakan, sehingga memungkinkan untuk dapat melakukan pemeriksaan secara rutin secara terus-menerus untuk meminimalkan kerusakan secara ketat.

b. *Breakdown Maintenance*
   Breakdown maintenance merupakan perawatan yang dilakukan pada mesin yang mengalami kerusakan akibat digunakan secara terus-menerus. Pada dasarnya *breakdown maintenance* adalah menggunakan mesin secara terus-menerus hingga rusak kemudian dilakukan perbaikan atau penggantian mesin baru.

c. *Scheduled Maintenance*
   Scheduled maintenance ialah perawatan yang didasarkan pada perencanaan atau jadwal perbaikan yang telah dibuat sebelumnya.

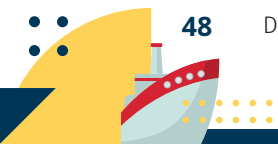
d. *Predictive Maintenance*
   Predictive maintenance ini hampir sama dengan *preventive maintenance*, yaitu berdasarkan pada pencegahan kerusakan. Akan tetapi, perawatan yang dimaksud pada *predictive maintenance* lebih didasarkan pada kondisi mesin, jika ada tanda-tanda performa mesin menurun, maka diambil tindakan perawatan dan berbaikan.

e. *Corrective Maintenance*
Menurut Nachnul dan Imron (2013), *corrective maintenance* ialah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan pada peralatan sehingga peralatan tersebut tidak dapat berfungsi dengan baik. *Corrective maintenance* dilakukan dengan cara merawat dan memperbaiki mesin-mesin yang telah mengalami kerusakan hingga mesin-mesin tersebut dapat digunakan dengan baik kembali.

2. Perawatan Peralatan Konstruksi Kapal

Sebagaimana perawatan peralatan produksi kapal, peralatan konstruksi kapal pun sangat penting untuk dilakukan dalam rangka pencegahan atau mengantisipasi kerusakan pada peralatan konstruksi kapal. Adapun penjelasan mengenai perawatan peralatan konstruksi kapal tersebut dapat kalian simak pada pembahasan berikut.

a. Perawatan Alat Ukur
1) Alat ukur disimpan dalam lemari yang tertutup dengan tujuan agar terhindar dari debu dan kontaminasi korosi.
2) Alat ukur tidak boleh ditumpuk, terbentur, atau terjatuh dikarenakan benturan dan gesekan dapat memengaruhi kepresisian ukuran dalam alat ukur.
3) Peralatan harus digunakan sesuai dengan instruksi/ prosedur agar hasil ukuran akurat.
4) Alat ukur yang telah selesai digunakan kemudian dibersihkan dari debu, kotoran, dan kontaminasi kimia lainnya. Pembersihan alat ukur tersebut bertujuan agar alat ukur lebih awet.
5) Alat ukur dilapisi dengan oli apabila tidak dipergunakan dalam jangka waktu yang lama, tujuannya untuk menghindarkan alat ukur dari kontaminasi korosi.
6) Melakukan pemeliharaan peralatan dengan teratur secara periodik untuk mengetahui kondisi peralatan ukur yang akan digunakan.

b. Perawatan Mesin Kerja Bertenaga Listrik
1) Pembersihan (*cleaning*) bertujuan untuk membersihkan kotoran dan debu dari mesin kerja bertenaga listrik.

Kotoran dan debu yang menumpuk pada komponen mesin dapat mengganggu kinerja mesin kerja bertenaga listrik.

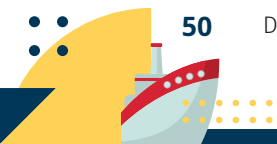
2) Pelumasan (*regreasing*) *bearing* atau bantalan pada penggerak mesin difungsikan untuk mengurangi gesekan dan menghindari keausan.
3) Penyetelan ulang (*adjusment*) pada mesin difungsikan untuk mengembalikan keakurasian operasional mesin kerja.
4) Penggantian komponen (*replacement*) dilakukan saat terjadi kerusakan atau keausan pada komponen mesin kerja.
5) Evaluasi (*evaluation*) dilakukan pada hasil kinerja mesin, dengan tujuan untuk mengecek apakah mesin kerja bertenaga listrik telah bekerja sesuai keinginan ataukah terdapat kendala.
6) Pencatatan (*recording*) dilakukan sebelum dan sesudah mesin digunakan. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui penggunaan mesin kerja dan mengetahui komponen mesin yang perlu dilakukan penggantian berdasarkan waktu keawetan (*life time*) komponen mesin.

c. Perawatan Alat Potong (Nyala Api/Panas)

1) Selalu memperhatikan tekanan gas oksigen dan *acetylene* sesuai instruksi kerja dengan tujuan agar dapat menghasilkan nyala api netral dan hasil potong yang baik.
2) Selalu melakukan pemeriksaan berkala terhadap katup-katup pada alat potong dengan tujuan menjaga kebersihan katup-katup dari kotoran yang memengaruhi hasil potongan.
3) Melakukan pengecekan pada selang gas dengan tujuan untuk menghindari kebocoran selang yang berakibat pada kecelakaan kerja.
4) Menyimpan selang dengan cara digulung dan dipastikan tidak ada gulungan selang yang patah dan mengakibatkan kerusakan.

5) Memeriksa kondisi alat, apakah sudah netral setelah digunakan. Hal ini bertujuan untuk memastikan tidak ada gas yang tersisa pada alat yang dapat mengakibatkan bahaya kebakaran.
6) Menyimpan *blender* potong pada lemari alat dan memastikan *blender* tersebut tidak tertumpuk dan terhindar dari debu.

d. Perawatan Mesin Las Listrik
1) Selalu perhatikan sirkulasi udara pada kipas pendingin, tujuannya agar suhu dalam mesin las dapat terjaga dan terhindar dari kebakaran mesin.
2) Jauhkan dari air dan kelembapan. Hal tersebut bertujuan untuk mencegah terjadinya korsleting pada mesin las dan kecelakaan kerja.
3) Hindari debu yang menumpuk pada alat las yang dapat menyebabkan korsleting pada mesin las listrik.
4) Hindari benturan yang dapat mengakibatkan lepasnya komponen kelistrikan pada mesin las yang dapat mengganggu fungsi kerja mesin.

e. Perawatan Alat Kerja Hidraulis
1) Memeriksa minyak pada alat kerja hidraulis, untuk memastikan alat kerja hidraulis dapat bekerja dengan baik.
2) Memeriksa busa di permukaan cairan untuk memastikan kualitas cairan yang digunakan dan adanya kontaminasi pada cairan hidraulis yang dapat menyebabkan kendala saat alat hidraulis digunakan.
3) Memeriksa kebocoran pada saluran dan koneksi hidraulis. Jika terdapat kebocoran, maka muncul busa dan cairan pada sambungan kompenen alat hidraulis. Kebocoran alat hidraulis dapat mengakibatkan kecelakaan kerja.
4) Memeriksa indikator tingkat kontaminasi filter untuk dapat mengetahui kelayakan filter dan cairan pada alat hidraulis.
5) Memeriksa sistem stabilisasi suhu sehingga suhu operasional alat hidraulis terjaga dan berjalan dengan baik.

Refleksi

Setelah mempelajari bab pertama ini, kalian tentu kini menjadi paham tentang Perencanaan dan Manufaktur Konstruksi Kapal yang merupakan pengetahuan dasar dalam mempelajari Teknik Dasar Konstruksi Kapal. Dari semua materi yang sudah dijelaskan pada bab pertama ini, bagian mana yang menurut kalian paling sulit dipahami? Coba kalian diskusikan hal tersebut dengan teman maupun guru pengampu, karena memahami Perencanaan dan Manufaktur Konstruksi Kapal ini akan menjadi fondasi bagi materi-materi selanjutnya.

Ayo Berlatih

Dalam perencanaan sebuah kapal, metode yang sering digunakan adalah *circle diagram*. Tugas kalian ialah mencari tau apa itu *circle diagram* dan bagaimana prosesnya?

Dalam menyelesaikan tugas mandiri tersebut, kalian dapat mengumpulkan informasi dari buku, internet, maupun sumber belajar lainnya. Tugas dikumpulkan dalam bentuk laporan dan dikumpulkan pada guru pengampu sesuai dengan format yang telah ditentukan.

Penilaian Akhir Bab

Untuk mengetahui apakah kalian telah menguasai materi pada Bab 1 ini, kerjakan tugas berikut secara mandiri dengan bertanggung jawab dan jujur.

a. Jawablah soal-soal berikut tanpa melihat penjelasan materi.
b. Kerjakan di buku tulis/buku tugas masing-masing.
    1) Apa yang harus dilakukan seorang calon *ownership* pada tahap prakontrak kapal?

Penilaian Akhir Bab

2) Apabila kelak kalian menjabat sebagai seorang kepala divisi, apa tugas dan tanggung jawab yang harus kalian lakukan?
3) Salah satu fasilitas bengkel dalam manufaktur kapal ialah bengkel *assembly*, pekerja bidang apa saja yang terlibat dalam bengkel *assembly* tersebut?
4) Mengapa proses *concept design* menggunakan pendekatan, perhitungan, kurva, ataupun pengalaman sebelumnya?
5) Apa yang dimaksud dengan panjang garis air muat pada *Length Water Line*?
6) Mengapa kapal dengan bentuk lambung datar memiliki kecepatan yang relatif rendah?
7) Jelaskan perbedaan antara koefisien prismatik memanjang dan koefisien prismatik melintang!
8) Apa kelebihan kapal kayu dibandingkan dengan kapal *fiberglass*?
9) Jelaskan tahapan yang dilakukan pada pengaplikasian *hand lay-up*!
10) Apa perbedaan antara *preventive maintenance* dengan *predictive maintenance*?

Pengayaan

Guna meningkatkan pengetahuan kalian dalam memahami materi Perencanaan Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal, kalian dapat mempelajarinya melalui media internet dengan cara mengakses tautan berikut.

https://maritimeworld.web.id

atau kalian dapat memindai kode batang di samping.

Scan Me!

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2022
Buku Dasar-Dasar Teknik Konstruksi Kapal
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 1
Penulis: Danang Kurniawan
ISBN: 978-623-388-021-3 (jil.1a)

TEKNOLOGI REKAYASA DAN MANUFAKTUR KAPAL

BAB 2

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi tentang Teknologi Rekayasa dan Manufaktur Kapal, kalian diharapkan mampu menjelaskan tentang perkembangan proses industri manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal mulai dari teknologi konvensional sampai dengan teknologi modern, mengidentifikasi isu-isu global terkait proses industri manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal, serta menjelaskan tentang digitalisasi dan robotisasi dalam proses industri manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal.

Peta Konsep

BAB 2 TEKNOLOGI REKAYASA DAN MANUFAKTUR KAPAL

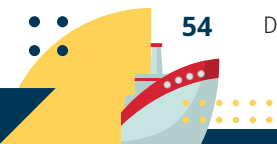
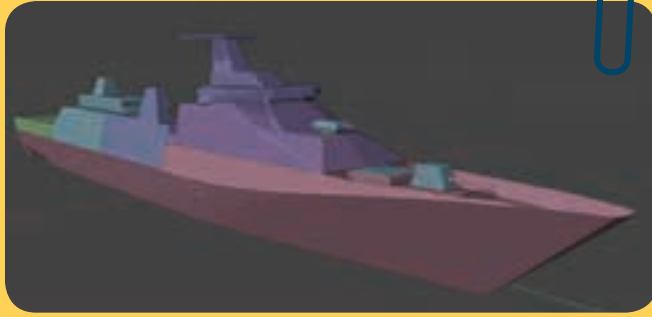
A. Teknologi Pembangunan dan Manufaktur Kapal Baru

B. Tahapan Pembangunan dan Manufaktur Kapal Baru

C. Teknologi *Maintenance* dan *Repair* Konstruksi Kapal

D. Perkembangan Teknologi Digital dan Robotik dalam *Repair* dan Pembangunan Konstruksi Kapal Baru

Kata Kunci

teknologi, manufaktur, rekayasa, sistem *block*, sistem modular, *marking*, fabrikasi, *assembly*, *sub assembly*, *erection*, *docking*, *sandblasting*.

Sumber: Danang Kurniawan

Adakah di antara kalian yang pernah melihat proses pembangunan atau perbaikan kapal? Nah, tentunya banyak di antara kalian yang pernah melihat kapal, bukan? Namun, apakah kalian mengetahui bagaimana proses perencanaan sebuah kapal? Tahukah kalian bagaimana sebuah kapal dibangun? Bagaimanakah sebuah kapal di*launching* setelah dibuat? Teknologi apa saja yang digunakan untuk membangun sebuah kapal? Kalian dapat mencari jawaban dari pertanyaan-pertanyaan tersebut melalui berbagai macam sumber. Tentu akan lebih menarik jika kalian mengetahui dan dapat menjelaskan bahwa di balik kemegahan kapal yang sering kalian lihat terdapat teknologi dan proses yang panjang.

A. Teknologi Pembangunan dan Manufaktur Kapal Baru

Apa yang kalian ketahui tentang teknologi pembangunan dan manufaktur kapal baru?

Saat ini perkembangan industri perkapalan sangat pesat, hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal yang memengaruhi perkembangan industri rekayasa dan manufaktur perkapalan ialah dorongan

internal mobilisasi barang dan jasa dari satu tempat ke tempat lainnya. Hal tersebut merupakan peluang, mengingat Indonesia adalah negara kepulauan.

Program pemerintah yang akan menjadikan Indonesia menjadi negara poros maritim dunia pada tahun 2045 juga sangat memengaruhi perkembangan teknologi rekayasa dan manufaktur perkapalan. Adapun faktor eksternal yang memengaruhi perkembangan industri perkapalan ialah perkembangan Revolusi Industri 4.0 serta semakin meningkatnya alur pelayaran dan perdagangan global yang melintasi Indonesia. Hal tersebut membuat Indonesia harus berperan serta dalam mendukung kemajuan perdagangan global untuk tetap menjaga stabilitas ekonomi nasional. Peran serta Indonesia dalam hal ini, yaitu untuk menjaga eksistensi di wilayah laut kawasan Asia. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu adanya pengembangan Teknologi Rekayasa dan Manufaktur Perkapalan.

Pada bab ini kita akan mempelajari tentang sistem pembangunan kapal. Sistem pembangunan kapal secara modern dibagi menjadi tiga macam, yaitu sistem seksi, sistem blok seksi, dan sistem modular. Untuk dapat memahami ketiga sistem tersebut, simaklah penjelasan berikut.

1. Sistem Seksi

Apakah kalian pernah melihat sebuah sistem pembangunan kapal yang terpusat pada satu bagian tertentu saja? Misalnya, sistem pembangunan kapal yang terpusat pada satu bagian geladak, satu bagian sekat, atau satu bagian konstruksi dasar. Bagian-bagian tersebut dinamakan dengan seksi.

Pembangunan kapal dengan sistem seksi ialah dengan cara menyatukan kinerja dari masing-masing seksi hingga menjadi sebuah bentuk kapal yang utuh. Pada sistem seksi, komponen *outfitting* tidak langsung terpasang pada setiap seksi. Setiap seksi dapat mengerjakan masing-masing kinerja dalam waktu yang bersamaan, tergantung dari kapasitas bengkel. Berikut uraian terkait kelebihan dan kekurangan dari sistem seksi.

a. Kelebihan Sistem Seksi
   1) Waktu pembangunan lebih pendek.
   2) Kualitas produksi lebih unggul daripada sistem konvensional.
   3) Mutu dari setiap seksi dapat dikontrol secara rinci.

b. Kekurangan Sistem Seksi
   1) Kekuatan kapal bergantung pada perencanaan pembagian seksi dan penyambungan setiap seksi.
   2) Pekerjaan lebih sulit karena setiap penyambungan seksi membutuhkan ketelitian yang prima.

2. Sistem Blok Seksi

Gambar 2.1 Pembangunan Kapal Sistem Blok

Sumber: Danang Kurniawan

Jika kalian perhatikan gambar 2.1 di atas, pembangunan kapal secara blok seksi, di mana bagian-bagian konstruksi dari kapal dalam fabrikasi dibuat secara gabungan antara seksi-seksi, sehingga membentuk blok seksi. Pada gambar di atas, bagian seksi lambung dan *bulkhead* dibuat menjadi satu blok seksi. Dari gambar di atas kalian dapat melihat bahwa pembangunan kapal dengan sistem blok seksi, komponen pelengkap/*out fitting*-nya telah tersusun dengan baik mengikuti setiap blok.

3. Sistem Modular

Sistem berikutnya, yaitu sistem modular atau "modularitas dalam desain". Sistem modular ialah pendekatan desain yang membagi sistem menjadi bagian-bagian kecil yang disebut

modul, yang dapat dibuat mandiri dan kemudian digabungkan pada sistem yang berbeda (Bertram, 2005). Berdasarkan definisi tersebut, maka dapat dipahami bahwa modularisasi pada proses produksi kapal ialah membagi sistem dalam produksi kapal menjadi sistem-sistem yang dapat berdiri sendiri, yaitu sistem yang bersifat standar atau sama (dapat menggantikan satu sama lain). Dengan kata lain, suatu sistem tersebut dapat digabungkan dengan sistem lain dan saling melengkapi. Dalam Betram (2005), dikemukakan mengenai kelebihan dan kekurangan sistem modular sebagai berikut:

a. Kelebihan Sistem Modular
   1) Mengurangi biaya desain dan produksi.
   2) Mengurangi waktu desain dan produksi.
   3) Fleksibilitas yang lebih besar untuk perbaikan kapal, perubahan misi, dan pembaharuan sistem pada kapal di kemudian hari.
   4) Periode pemeliharaan lebih pendek dan lebih murah.
   5) Mengurangi biaya pemeliharaan.
   6) Memungkinkan sinergi antargalangan kapal untuk saling bekerja sama.
   7) Mengarah ke standardisasi tipe dan ukuran kapal.

b. Kekurangan Sistem Modular
   1) Upaya desain awal yang lebih tinggi dan rumit.
   2) Berat biasanya lebih tinggi.
   3) Kebutuhan area bengkel biasanya meningkat.
   4) Kontrol kualitas yang tinggi.

Setelah kalian mempelajari dan memperhatikan materi tentang sistem pembangunan kapal, maka dapat disimpulkan bahwa sistem pembangunan modular dinilai paling efektif dan efisien karena dapat memangkas waktu produksi yang signifikan. Akan tetapi, untuk saat ini pembangunan kapal menggunakan sistem modular belum dapat digunakan pada semua perusahaan galangan kapal.

Ayo Berdiskusi

Berdasarkan pembahasan tersebut, apabila kalian menjadi pemilik sebuah industri kapal, sistem manakah yang akan kalian pilih sebagai sistem kerja pada industri kalian? Diskusikanlah hal tersebut dengan teman sebangku atau teman sekelompok kalian.
Sebagai bahan diskusi, kalian dapat mengumpulkan informasi dari buku, internet, maupun sumber belajar lainnya. Selanjutnya kalian presentasikan hasil diskusi tersebut di depan kelas sesuai dengan arahan guru pengampu.

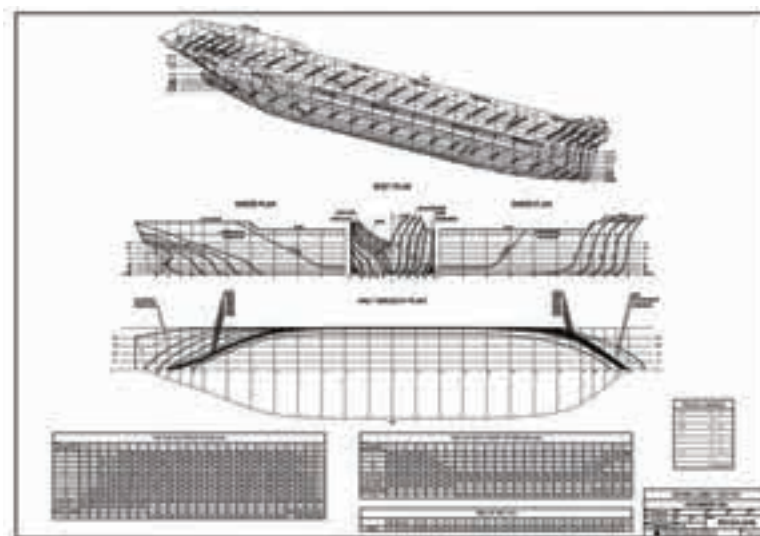
B. Tahapan Pembangunan dan Manufaktur Kapal Baru

Tahukah kalian bagaimana tahapan pembangunan dan manufaktur kapal?

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, temukanlah informasi mengenai tahapan pembangunan kapal melalui buku ataupun sumber informasi lainnya. Dari berbagai sumber tersebut, kalian dapat memperoleh pemahaman dan pengetahuan yang kemudian dapat kalian kembangkan sebagai inovasi dalam pembangunan kapal ataupun sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas dalam pembangunan serta manufaktur kapal.

1. Tahap Desain

Tahap awal pembangunan dan manufaktur kapal dimulai dari tahap desain. Pada tahap ini kalian sebagai seorang perencana kapal dapat membuat sebuah perencanaan dan perancangan kapal berdasarkan konsep kapal yang disepakati pada kontrak kapal. Tahap desain terdiri dari *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design*, seperti yang telah dibahas pada bab sebelumnya. Pada tahap ini perencanaan dan perancangan kapal dilaksanakan secara detail yang nantinya dapat memudahkan pekerjaan selanjutnya.

Pihak-pihak yang terlibat dalam proses desain ialah desainer dan *drafter*. Apakah kalian ingin menjadi seorang desainer atau *drafter*? Jika iya, maka kalian harus mengetahui tugas dari masing-masing jabatan tersebut. Seorang desainer bertugas untuk membuat perencanaan dan perancangan dari konsep desain yang telah disepakati pada saat kontrak kapal. Perencanaan dan perancangan tersebut diterjemahkan menjadi gambar-gambar kunci (*key plan*) kapal. Sedangkan tugas seorang *drafter* ialah membuat gambar detail dari gambar-gambar kunci (*key plan*) yang telah dibuat oleh desainer.

Gambar 2.2 *Lines Plan* Kapal
Sumber: Danang Kurniawan

Gambar 2.2 tersebut merupakan salah satu gambar kunci yang disebut dengan rencana garis (*lines plan*). *Lines plan* ialah gambar yang dijadikan dasar dalam pembangunan kapal. Jika diperhatikan, gambar tersebut terdiri dari kurva atau garis lengkung yang pada setiap titik penyusunnya berisi koordinat bentuk lambung kapal.

2. Tahap Fabrikasi

Setelah mempelajari tahap desain, kini kalian akan mempelajari tahap fabrikasi. Tahap fabrikasi ialah tahap pembentukan pelat yang dilakukan dengan pembersihan, penandaan, pemotongan, dan pembengkokan. Untuk dapat memahami lebih detail tentang

proses fabrikasi, kalian dapat mempelajari materi berikut agar pengetahuan, sikap, dan budaya kerja dalam materi fabrikasi ini dapat kalian aplikasikan pada saat praktikum ataupun pada saat kalian berkecimpung di dunia kerja yang sebenarnya.

a. Proses Pembersihan

   Proses pembersihan ialah tahap pembersihan material pelat dari kotoran dan karat sebelum dilakukan pengerjaan fabrikasi. Pembersihan dilakukan dengan menggunakan alat perkakas tangan, mesin perkakas tangan genggam, ataupun *sandblasting*. Adapun proses pembersihan pada tahap fabrikasi, yaitu:

   1) Sortir pelat/profil.
   2) *Shot blasting* untuk menghilangkan karat halus pada material *(mild scale)* dan kotoran .
   3) *Painting primer*.

Gambar 2.3 Kondisi Material Pelat Sebelum Dibersihkan

Sumber: Danang Kurniawan

b. Proses Penandaan

   Proses penandaan ialah proses menggambar (desain yang dibuat sebelumnya) pada material kerja dengan skala 1:1 disertai dengan rambu-rambu kerja (*simbol marking*) agar memungkinkan material yang telah diberi penandaan tersebut dapat dikerjakan sesuai dengan penandaan yang telah diberikan. Adapun yang dilakukan pada proses penandaan, yaitu:

   1) Pelurusan pelat/profil yang bengkok saat pengiriman.
   2) *Marking* pelat/profil sesuai dengan gambar dan *nesting* program.

Gambar 2.4 Penandaan Material dengan Penggores dan *Steel Marker*

Sumber: Danang Kurniawan

c. Proses Pemotongan

Proses pemotongan ialah tahap pada proses fabrikasi yang memungkinkan untuk membentuk pelat dari *raw material* (lembaran) menjadi bentuk sesuai rencana desain dengan menggunakan nyala api/panas. Proses pemotongan pelat kapal dapat dilakukan menggunakan alat/mesin potong dengan nyala api ataupun dengan menggunakan mesin potong mekanis *hydraulic*. Adapun yang dilakukan pada proses pemotongan, yaitu:

1) Pemotongan pelat/profil.
2) *Grinding*/penghalusan pada sudut tajam.

Gambar 2.5 Pemotongan Material dengan Semi Otomatis (*Hand Auto*)

Sumber: Danang Kurniawan

Dalam perkembangannya, mesin pemotong pelat otomatis dapat diprogram menggunakan gambar dengan ketelitian dan kepresisian yang jauh lebih tinggi. Mesin-mesin tersebut menggunakan program CNC (*Computer Numerical Control*) dengan laser dan air sebagai sumber pemotongan.

Gambar 2.6 Mesin *Water Jet Cutting*

Sumber: Danang Kurniawan

Water jet cutting ialah metode pemotongan berbagai jenis material dengan menggunakan media air bertekanan tinggi sebagai tenaga potongnya. Media air disemprotkan melalui celah kecil untuk memotong material. Untuk mempertajam kemampuan potong air tersebut, biasanya ditambahkan dengan campuran debu logam atau granit. Mesin *water jet cutting* dapat diatur secara otomatis dengan menggunakan desain atau program yang telah dibuat sebelumnya.

d. Proses Pembengkokan (*Bending*)

Material pelat yang telah dilakukan pemotongan kemudian dilakukan pembengkokan sesuai dengan sudut dan bentuk yang telah direncanakan (sesuai desain). Adapun proses pembengkokan tersebut terdiri dari:

1) Pembentukan lengkung (*curve*) dengan peralatan panas (*flame torch*) atau peralatan *hydraulic*.
2) *Asorting* material berdasarkan *block*.

Adapun pihak yang terlibat dalam proses fabrikasi ini ialah juru potong atau *fitter*. Apakah kalian ingin menjadi seorang *fitter*? Jika iya, maka tugas kalian sebagai seorang *fitter* ialah melaksanakan seluruh pekerjaan pada tahap fabrikasi hingga seluruh komponen siap untuk dirakit.

3. Tahap Perakitan

Setelah mempelajari tahap fabrikasi, selanjutnya kalian akan mempelajari tentang tahap perakitan (*assembly*). Tahap perakitan merupakan lanjutan dari tahap fabrikasi.

Dalam tahap fabrikasi, komponen yang telah dirakit kemudian digabungkan menjadi *part* atau bagian-bagian kapal yang lebih kompleks. Untuk dapat mengetahui lebih detail mengenai proses perakitan, kalian dapat mempelajari pembahasan materi di bawah ini. Tujuan dari memperlajari materi ini ialah agar pengetahuan, sikap, dan budaya kerja dalam tahap perakitan ini dapat kalian aplikasikan pada saat praktikum maupun kelak di dunia kerja yang sebenarnya.

Tahap perakitan terdiri dari dua proses, yaitu perakitan awal (*sub assembly*) dan perakitan (*assembly*). Pada perakitan awal, sebagian pelat dinding yang telah dibuat biasanya langsung dikirimkan ke tempat perakitan. Akan tetapi, untuk tahap konstruksi, seperti konstruksi lambung, konstruksi geladak, dan konstruksi dasar dirakit terlebih dahulu pada perakitan awal.

Pada tahap perakitan biasanya menggunakan pengelasan tangan, pengelasan gaya berat, pengelasan rendam, dan sebagainya. Teknik pengelasan yang digunakan ialah teknik yang paling mudah, sesuai dengan posisi pengelasan. Untuk kapal kayu dan kapal *fiberglass*, pada proses *sub assembly* biasanya dilakukan penyambungan dan pengeleman.

Pada tahap ini pula, material yang telah dibentuk di bengkel fabrikasi kemudian dirakit menjadi komponen konstruksi kapal sederhana menggunakan las busur secara otomatis. Selanjutnya,

komponen konstruksi tersebut dirakit kembali menjadi blok-blok yang lebih lengkap. Adapun proses yang dilakukan pada tahap *sub assembly* dan *assembly* ialah sebagai berikut:

a. Proses *Sub Assembly*

   Proses *sub assembly* adalah langkah awal pada tahap perakitan. Pada proses ini, komponen-komponen material dari bengkel fabrikasi digabungkan menjadi blok-blok kecil. Proses pengerjaan yang dilakukan di bengkel *sub assembly* terdiri dari:

   1) Pemasangan *stiffeners* pada pelat sekat.
   2) Pembuatan wrang.
   3) Penyambungan dua buah pelat atau lebih.
   4) Membantu tugas bagian *assembly.*

Gambar 2.7 Proses *Sub Assembly*

Sumber: Danang Kurniawan

b. Proses *Assembly*

   Proses *Assembly* merupakan proses lanjutan dari proses *sub assembly*. Pada proses ini dilakukan penggabungan blok-blok yang telah dibentuk pada proses sebelumnya. Adapun yang dilakukan pada proses pengerjaan, yaitu:

   1) Penggabungan beberapa wrang.
   2) Penggabungan seksi menjadi sebuah blok.
   3) Penggambungan dua blok (*grand assembly*).

Gambar 2.8 Proses *Assembly*

Sumber: Danang Kurniawan

Pihak-pihak yang terlibat dalam proses perakitan ialah *fitter* dan *welder*. Apakah kalian ingin menjadi seorang *fitter* atau *welder*? Jika iya, maka tugas kalian sebagai seorang *fitter* ialah melaksanakan seluruh pekerjaan pada tahap perakitan hingga komponen terbentuk menjadi bagian kapal atau blok sesuai dengan desain dan rancangan. Sedangkan tugas seorang *welder* ialah melakukan penyambungan komponen yang telah terakit dengan pengelasan sesuai standar.

4. Tahap *Erection*

Setelah mempelajari tahap perakitan (*assembly*), kini kalian dapat mempelajari tahap *erection*. Tahap *erection* merupakan tahap lanjutan dari tahap perakitan. Dalam tahap *erection*, blok- blok yang telah dibentuk kemudian digabungkan menjadi bentuk kapal seutuhnya. Untuk dapat mengetahui lebih detail mengenai proses *erection*, kalian dapat mempelajari materi berikut.

Pada tahap *erection*, blok-blok yang sudah dirakit kemudian disusun di atas galangan dengan bantuan mesin pengangkat (*crane*). Setelah dilakukan penyesuaian, blok-blok tersebut kemudian dilas dengan menggunakan dua macam cara pengelasan, yaitu dengan las biasa maupun dengan las otomatis khusus. Secara garis besar proses pengerjaan pada tahap *erection* dapat digolongkan sebagai berikut:

a. *Preparation*, meliputi pekerjaan pemasangan kupingan, *guide plate, marking*, dan pemasangan papan-papan perancah.
b. *Adjusting*, meliputi pekerjaan *leveling*, penyamaan, dan *cutting of allowance*.
c. *Fitting* atau penyetelan, proses ini membutuhkan peralatan, seperti gerinda, baji, dan lain-lain. Pada proses ini dilakukan *heating* untuk menghilangkan deformasi atau sisa tegangan setelah terjadi pengelasan.
d. *Welding* atau proses pengelasan.
e. Pengecekan/pemeriksaan pada *erection*.

Gambar 2.9 Proses *Erection*
Sumber: Danang Kurniawan

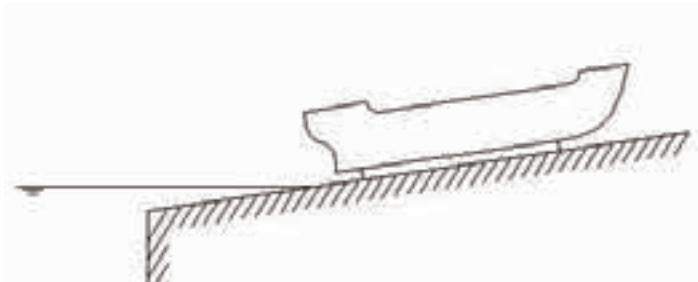
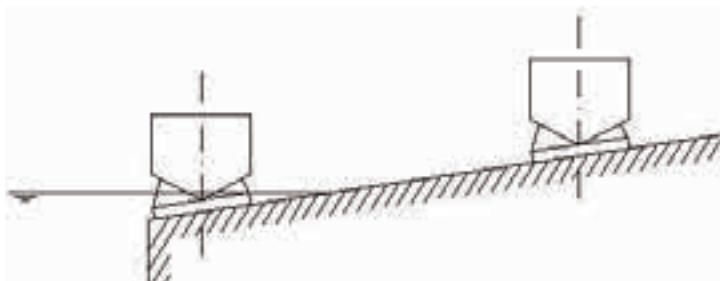
Pihak-pihak yang terlibat dalam proses *erection* ialah *fitter*, *welder*, dan *crane operator*. Apakah kalian ingin menjadi seorang *fitter*, *welder*, atau *crane operator*? Jika iya, maka kalian perlu mengetahui tugas masing-masing profesi tersebut. Tugas seorang *fitter* ialah melaksanakan seluruh pekerjaan pada tahap *erection* hingga blok terbentuk menjadi kapal seutuhnya sesuai dengan desain dan rancangan. Seorang *welder* bertugas untuk melakukan penyambungan blok yang telah membentuk kapal melalui pengelasan sesuai dengan standar.

5. Tahap Peluncuran Kapal

Tahap peluncuran kapal adalah tahap akhir pekerjaan kapal di atas *dock* atau galangan kapal. Pada tahap ini, kapal yang telah selesai dibuat, dipindahkan dari darat ke laut dengan

mekanisme tertentu. Untuk dapat mengetahui lebih detail mengenai proses peluncuran kapal, kalian dapat mempelajari dan mengamati materi di bawah ini. Setelah mempelajari materi tahap peluncuran kapal, kalian diharapkan mampu mengaplikasikan pengetahuan, sikap, dan budaya kerja yang terdapat dalam materi ini, baik pada saat praktikum maupun kelak di dunia kerja yang sebenarnya.

Proses pada tahap peluncuran ini disesuaikan dengan kapasitas peluncuran pada galangan. Proses peluncuran kapal dibagi menjadi 2, yaitu peluncuran memanjang dan peluncuran melintang. Pada tahap peluncuran kapal, terdapat beberapa hal yang perlu direncanakan dengan baik, yaitu:

a. Menentukan titik posisi ganjal di lantai *dock*.
b. Meletakkan ganjal pada bagian lambung yang ditumpu gading-gading kapal.
c. Menentukan ketinggian ganjal kapal.
d. Pemasangan stoper dengan kemiringan 60^{o}.

Gambar 2.10 Peluncuran Memanjang
Sumber: Danang Kurniawan

Gambar 2.11 Peluncuran Melintang
Sumber: Danang Kurniawan

Berdasarkan kedua gambar tersebut, kalian dapat mengamati kedudukan kapal terhadap landasan luncur dan perairan. Pada peluncuran memanjang, sumbu/kedudukan kapal terletak tegak lurus pada garis pantai dan biasanya buritan diluncurkan terlebih dahulu, sedangkan pada peluncuran melintang, sumbu/kedudukan kapal sejajar dengan garis pantai.

Pihak-pihak yang terlibat dalam proses peluncuran kapal ialah *dock master*. Apakah kalian ingin menjadi seorang *dock master*? Jika iya, maka tugas kalian sebagai seorang *dock master* ialah merencanakan proses *docking* dan *undocking* kapal.

Berdasarkan pembahasan mengenai Tahap Pembangunan dan Manufaktur Kapal Baru, sikap yang harus kalian miliki dalam setiap tahap proses pengerjaan tersebut ialah produktif, efisien, kompeten, sungguh-sungguh, akurat, rinci, dan tidak mudah menyerah. Sedangkan budaya kerja yang harus diterapkan adalah budaya K3LH (Kesehatan, Keselamatan, Kerja dan Lingkungan Hidup) dan budaya kerja 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin). Penjelasan lebih lengkap terkait budaya K3LH dan 5R akan dibahas pada Buku Jilid 2 atau kalian dapat mencari informasi tentang budaya kerja K3LH dan 5R tersebut dari sumber-sumber lain.

Ayo Berdiskusi

Setelah mempelajari materi di atas tentunya kalian mulai memahami tentang Tahap Pembangunan dan Manufaktur Kapal Baru. Selanjutnya kalian dapat berdiskusi dengan teman sebangku atau teman satu kelompok tentang tahapan pada Pembangunan dan Manufaktur Kapal Baru serta tentang sikap dan budaya kerja yang harus ada dalam setiap tahapan tersebut.

Sebagai bahan diskusi, kalian dapat mengumpulkan informasi dari buku, internet, maupun sumber belajar lainnya. Selanjutnya kalian presentasikan hasil diskusi tersebut sesuai dengan arahan guru pengampu.

C. Teknologi Perawatan (*Maintenance)* dan Perbaikan (*Repair)* Konstruksi Kapal

Bagaimanakah perkembangan teknologi perawatan (*maintenance*) dan perbaikan (*repair*) konstruksi kapal saat ini?

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, kalian dapat mempelajari materi tentang perkembangan Teknologi Perawatan (*Maintenance*) dan Perbaikan (*Repair*) Konstruksi Kapal melalui buku ataupun dari sumber informasi lainnya. Dari informasi tersebut, kalian dapat memperoleh pemahaman dan pengetahuan yang nantinya dapat kalian kembangkan sebagai inovasi dalam teknologi perawatan (*maintenance)* dan perbaikan (*repair*) konstruksi kapal.

1. Tahap *Maintenance* dan *Repair*

Maintenance dan *repair* merupakan aktivitas perawatan dan perbaikan kapal. Kedua hal tersebut perlu dilakukan untuk menjaga efektivitas serta efisiensi dari kondisi dan performa kapal. Adapun hal-hal yang dilakukan pada tahap *maintenance* dan *repair*, di antaranya:

a. Pengedokan (*Docking*) dan Penurunan (*Undocking*)
Docking dan *undocking* kapal adalah tahap awal dan akhir dalam *maintenance* dan *repair* kapal. Pada proses *docking* dan *undocking*, seorang *master dock* memiliki peranan penting dalam membuat sebuah perencanaan proses pengedokan kapal sesuai dengan prosedur dan budaya kerja K3LH.

Docking ialah proses pemindahan sebuah kapal dari laut ke darat dengan menggunakan teknologi dan fasilitas pemindahan berupa pesawat angkat, pesawat tarik-mekanik, ataupun pesawat *hydraulic*. Proses pemindahan tersebut bertujuan untuk melakukan perawatan dan perbaikan pada sebuah kapal atau bangunan konstruksi apung agar kapal ataupun bangunan konstruksi apung

tersebut dapat kembali pada kondisi normal, yaitu kondisi operasional sesuai dengan standar IMO.

b. Pembersihan Lambung Kapal

Terdapat beberapa tahapan proses dalam pembersihan lambung kapal, yaitu:

1) Pencucian air tawar. Hal ini dilakukan karena pencucian lambung kapal menggunakan air laut hanya akan bersifat korosif. Proses pencucian air tawar juga bertujuan untuk membersihkan lambung kapal dari kotoran-kotoran ringan.
2) Penyekrapan. Lambung kapal disekrap menggunakan alat berupa tongkat kayu atau besi yang ujungnya diberikan pelat pipih yang dapat digunakan untuk menyekrap permukaan kapal dari kotoran-kotoran laut, seperti kerang, tiram, atau kotoran laut lainnya.
3) *Blasting*. Proses ini dilakukan dengan menggunakan teknik tumbukan dan gesekan antara media *blasting* dengan permukaan lambung kapal. Penggunaan peralatan dan media *blasting* mengalami perkembangan, sehingga semakin canggih, mudah, dan ramah terhadap lingkungan.

Terdapat beberapa jenis proses *blasting* yang sering digunakan, di antaranya:

a) *Sandblasting*, yaitu *blasting* permukaan lambung kapal dengan menggunakan media pasir. Akhir-akhir ini penggunaan *sandblasting* mulai dilihat kurang ramah terhadap lingkungan, hal tersebut dikarenakan proses *sandblasting* menghasilkan debu yang dapat mengotori udara di sekitarnya.

Gambar 2.12 Proses *Sandblasting*

Sumber: Danang Kurniawan

b) *Vapour blasting*, yaitu *blasting* dengan menggunakan media pasir dan air. Kelebihan *vapour blasting* ialah proses ini dinilai lebih ramah lingkungan karena tidak menghasilkan debu yang banyak, sebab debu yang dihasilkan dari tumbukan dan gesekan pasir diikat oleh air.

c. *Replating*

Setelah mempelajari proses pembersihan lambung kapal, selanjutnya kalian akan mempelajari proses *replating* kapal. Proses *replating* ialah proses penggantian kulit/pelat pada lambung kapal sesuai dengan ukuran standar. Untuk dapat mengetahui lebih detail tentang proses *replating*, kalian dapat mempelajari materi di bawah ini, sehingga pengetahuan, sikap, dan budaya kerja yang terdapat dalam materi *replating* ini dapat kalian aplikasikan pada saat praktikum maupun nanti pada saat berkecimpung di dunia kerja yang sebenarnya.

Proses *replating* diawali dengan pemeriksaan adanya kerusakan atau berkurangnya ketebalan permukaan lambung secara visual dengan menggunakan NDT (*Non Destructive Test*). NDT (*Non Destructive Test*) ialah pengujian material tanpa merusak benda yang diuji. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam pengujian NDT (*Non Destructive Test*), antara lain UT (*Ultrasonic Test*), *radiography*, *penetrant test*, dan *magnetic particle*. Dari hasil pemeriksaan tersebut kemudian didapatkan luasan-luasan pelat yang perlu diganti dikarenakan adanya kerusakan ataupun pelat yang tidak sesuai dengan standar operasional kapal. Setelah diperoleh hasil pemeriksaan, barulah kemudian dilakukan *replating* pada kapal. Adapun yang harus dilakukan pada tahap *replating*, yaitu:

1) Pemeriksaan visual dan NDT;
2) Menentukan luasan area *replating* dari hasil opname pemeriksaan NDT;
3) Melakukan penandaan permukaan yang akan dilakukan *replating*;

4) Pemotongan pelat atau konstruksi yang akan dilakukan penggantian;
5) Penyetelan pelat baru pada permukaan yang telah dipotong; dan
6) Pengelasan hasil penyetelan material pelat.

Gambar 2.13 Proses *Replating*

Sumber: Danang Kurniawan

Jika kalian amati gambar 2.13 tersebut, kalian dapat melihat bahwa proses *replating* dilaksanakan oleh pekerja dengan kompetensi *fitter* dan *welder*. Apakah kalian ingin menjadi seorang *fitter* atau *welder*? Jika iya, maka tugas kalian sebagai seorang *fitter* ialah melaksanakan seluruh pekerjaan *replating* sesuai dengan prosedur. Sedangkan jika kalian ingin menjadi seorang *welder*, maka tugas kalian ialah melakukan penyambungan pelat hasil *replating* dengan menggunakan proses pengelasan sesuai dengan prosedur.

d. *Finishing*

Setelah mempelajari proses *replating* kapal, kalian dapat mempelajari proses *finishing* kapal. Proses *finishing* ialah proses akhir pada tahap *maintenance* dan *repair* kapal. Proses ini meliputi merapikan, memasang, dan menyelesaikan pekerjaan *maintenance* dan *repair* kapal. Untuk dapat mengetahui lebih detail tentang proses *finishing*, kalian dapat mempelajari materi di bawah ini, sehingga nantinya

pengetahuan, sikap, dan budaya kerja yang terdapat dalam materi *replating* ini dapat kalian aplikasikan pada saat praktikum ataupun nanti pada saat berkecimpung di dunia kerja yang sebenarnya.

Proses *finishing* terdiri dari proses merapikan, *coating*, dan *finishing* pada bagian BGA (bawah garis air). Proses *coating* tersebut meliputi *coating* lapisan antikorosif, *coating* lapisan pengeras/lapisan antara, dan *coating* lapisan anti-*fouling*. Pada bagian atas garis air/*top sides*, *finishing* terdiri dari *finishing* antikorosif, *finishing* lapisan antara, dan *finishing* lapisan *painting* warna akhir.

Sikap yang harus kalian miliki dalam menjalankan tahap *maintenance* dan *repair* ialah produktif, efisien, kompeten, sungguh-sungguh, akurat, rinci, dan tidak mudah menyerah. Sedangkan budaya kerja yang harus diterapkan adalah budaya K3LH dan budaya kerja 5R. Penjelasan lebih lengkap terkait budaya K3LH dan 5R akan dibahas pada Buku Jilid 2 atau kalian dapat mencari informasi tentang budaya kerja K3LH dan 5R tersebut dari sumber-sumber lain.

Ayo Berdiskusi

Setelah mempelajari materi di atas, tentunya kalian mulai memahami tentang Teknologi *Maintenance* dan *Repair* Konstruksi Kapal. Selanjutnya kalian dapat berdiskusi dengan teman sebangku atau satu kelompok tentang perkembangan teknologi *maintenance* dan *repair* kapal yang terjadi saat ini serta sikap dan budaya kerja yang terkandung di dalamnya.

Dalam berdiskusi, kalian dapat mengumpulkan informasi dari buku, internet, maupun sumber belajar lainnya. Setelah itu presentasikan hasil diskusi kalian sesuai dengan arahan guru pengampu.

2. Teknologi Pengedokan Kapal

Menurut Wulan (2015), pengedokan (*docking*) kapal merupakan suatu proses memindahkan kapal dari laut/air ke atas *dock* dengan bantuan fasilitas pengedokan. Pengedokan merupakan salah satu bentuk dari pemeliharaan kapal. Adapun jenis-jenis dari pengedokan akan dijelaskan pada pembahasan berikut.

a. Dok Kolam (*Graving Dock*/*Dry Dock*)

Gambar 2.14 *Graving Dock*

Sumber: Antara Foto/Zabur Karuru (www.antarafoto.com)

Graving dock memiliki bentuk bangunan seperti kolam dan memiliki penutup kolam yang berbentuk dam. Dam atau pintu tersebut berfungsi untuk menjadi akses bagi keluar–masuk kapal dan penahan air pada saat *graving dock* digunakan dalam proses perawatan dan reparasi (*maintenance and repair*) kapal.

Ketika kapal akan melaksanakan perbaikan pada fasilitas *graving dock*, sebelumnya *graving dock* diisi terlebih dahulu dengan air menggunakan pompa yang ada di *graving dock* tersebut, kemudian ketika air sudah terisi maka pintu *graving dock* dibuka dan kapal ditarik masuk menggunakan *winch* penarik yang ada di *graving dock*.

Setelah kapal masuk ke dalam *graving dock*, selanjutnya jig/ganjal kapal dipasang sesuai dengan bentuk lambung kapal. Setelah kapal duduk di atas jig dan kondisi kapal dinilai aman, maka air di dalam *graving dock* dikuras menggunakan pompa. Pengedokan dengan teknik *graving dock* memiliki kelebihan dan kekurangan.

1) Kelebihan *Graving Dock*
   a) Dok kolam/*graving dock* lebih aman.
   b) Proses *docking* dan *undocking* lebih mudah.
   c) Biaya pemeliharaan *graving dock* lebih hemat.
   d) Umur pakai *graving dock* lebih panjang.
   e) Proses *docking* dan *undocking* relatif lebih cepat.

2) Kekurangan *Graving Dock*
   a) Biaya investasi *graving dock* tinggi.
   b) Kapal yang dapat melakukan pengedokan terbatas pada ukuran panjang dan lebar *graving dock*.
   c) Proses pembangunan memakan waktu yang lama.

Untuk melengkapi pemahaman kalian dan agar lebih mengenal tentang *graving dock*, kalian dapat mencari informasi mengenai *graving dock* melalui media lain, seperti buku ataupun internet.

b. Dok Apung (*Floating Dock)*

Gambar 2.15 *Floating Dock*

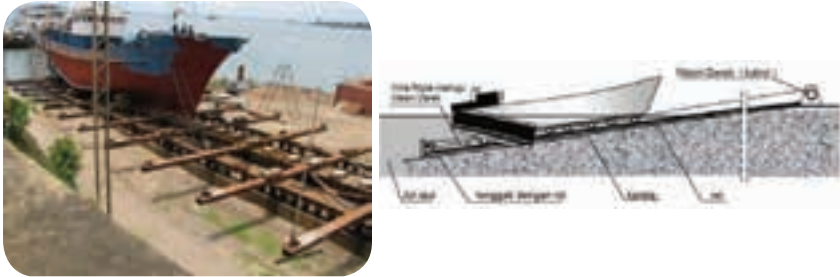
Sumber: Danang Kurniawan

Pada materi ini kalian diminta untuk mengamati gambar 2.15 terkait dengan fasilitas *floating dock*. *Floating dock* ialah bangunan konstruksi di laut yang berfungsi sebagai dok apung untuk perbaikan kapal secara terapung di laut. *Floating dock* berisi ponton-ponton yang dapat terapung dan tenggelam dengan menggunakan pompa yang dapat diatur pada saat penenggelaman dan pengapungan *floating dock*.

Mekanisme kerja dari *floating dock* ialah ketika kapal akan melaksanakan perbaikan secara terapung, maka *floating dock* ditenggelamkan, sehingga kemudian kapal masuk pada area *floating dock*. Ketika kapal sudah berada pada posisi f*loating dock*, kemudian ganjal dan penahan kapal dipasang dan disesuaikan dengan kondisi kapal. Setelah kapal berada pada posisi aman, kemudian *floating dock* diapungkan dengan cara menguras air yang ada di dalam ponton-ponton pada *floating dock* hingga *floating dock* terapung dan kapal berada di atasnya. Adapun kelebihan dan kekurangan dari *floating dock* diuraikan dalam pembahasan berikut.

1) Kelebihan *Floating Dock*
    a) *Floating dock* dapat melakukan pengedokan darurat di tengah laut.
    b) *Floating dock* dapat dipindah-pindahkan sesuai dengan rencana perbaikan.
    c) *Floating dock* dapat melakukan pengedokan kapal dengan kondisi maksimum trim 3^{o}.
2) Kekurangan *Floating Dock*
    a) Operasi *floating dock* terbatas pada perairan yang cukup dalam.
    b) Operasi *floating dock* terbatas pada perairan yang tenang, tidak bergelombang, dan tidak berarus kuat.

Untuk melengkapi pemahaman kalian dan agar kalian lebih mengenal tentang mekanisme *floating dock*, kalian dapat mencari informasi melalui media lain, seperti buku ataupun internet.

c. Dok Tarik (*Slipway Dock*)

Gambar 2.16 *Slipway Dock*

Sumber: Danang Kurniawan

Amati fasilitas *slipway dock* pada gambar 2.16 tersebut. *Slipway dock* ialah bangunan konstruksi yang berfungsi sebagai alat untuk melakukan proses *docking* dan *undocking* kapal. *Slipway* terdiri dari landasan miring yang terhubung langsung dari darat ke laut. Di atas landasan miring tersebut terdapat rel dan lori yang berfungsi sebagai dudukan kapal pada saat kapal melaksanakan proses *docking* dan *undocking* serta untuk mengurangi gesekan antara badan kapal dengan landasan luncur.

Mekanisme *slipway* ialah kapal yang akan melaksanakan pengedokan merapat ke atas lori dan ditumpu oleh lori tersebut, kemudian ganjal/jig dipasang sesuai dengan kondisi lambung kapal. Setelah jig terpasang dengan aman, kemudian *ware rope*/*sling* diikatkan pada kapal. Setelah dipastikan aman, lori ditarik oleh *winch* yang berada di ujung *slipway dock* dan kapal secara perlahan naik hingga sampai pada landasan datar. Berikut uraian tentang kelebihan dan kekurangan dari *slipway dock*.

1) Kelebihan *Slipway Dock*
    a) Pengoperasiannya lebih mudah dibandingkan dengan sistem pengedokan lainnya.
    b) Biaya operasional lebih murah.
    c) Pengoperasiannya lebih cepat.
    d) Efektif untuk *launching* bangunan kapal baru.
    e) Kapasitas angkat cukup besar.
    f) Pengembangan lebih mudah karena hanya tinggal menambahkan rel dan lori/fasilitas angkat.

2) Kekurangan *Slipway Dock*
    a) Dibandingkan dengan sistem *graving dock* dan *floating dock*, *slipway dock* dinilai lebih berbahaya pada saat pelaksanaan *docking* dan *undocking*, karena potensi terbaliknya kapal cukup tinggi.
    b) Proses *docking* dan *undocking* harus benar-benar direncanakan dengan baik untuk menghindari putusnya tali atau kendala lainnya.

Untuk melengkapi pemahaman kalian dan agar kalian lebih mengenal tentang mekanisme *slipway dock*, kalian dapat mencari informasi melalui media lain, seperti buku ataupun internet.

d. Dok Angkat *(Syncrolift Dock*)

Gambar 2.17 *Syncrolift Dock*
Sumber: Syncrolift AS (www.youtube.com)

Amati gambar fasilitas *syncrolift dock* pada gambar 2.17 di atas. *Syncrolift dock* ialah fasilitas pengedokan yang memungkinkan sebuah kapal yang akan melakukan pengedokan dinaikkan dari dalam laut menuju ke area pengedokan menggunakan mekanisme *hydraulic*. *Sincrolift dock* dilengkapi dengan lift bertenaga *hydraulic* yang dapat menaikkan kapal hingga mencapai bobot tertentu.

Mekanisme *syncrolift dock* ialah sebelum kapal melakukan pengedokan, lift diturunkan hingga kedalaman tertentu (menyesuaikan dengan sarat kapal), setelah itu kapal diposisikan di atas lift, kemudian ganjal/jig kapal dipasang sesuai dengan bentuk lambung kapal. Setelah dipastikan aman, maka lift dinaikkan hingga berada pada posisi yang diinginkan. Berikut uraian terkait kelebihan dan kekurangan dari *syncrolift dock*.

1) Kelebihan *Syncrolift Dock*
   a) Operasional *syncrolift dock* relatif lebih murah.
   b) Efektif dalam reparasi ataupun bangunan baru.
   c) Kapasitas angkat besar.
   d) Pengembangan cukup mudah tinggal menambahkan lintasan rel saja.

2) Kekurangan *Syncrolift Dock*
   a) Biaya investasi *syncrolift dock* relatif besar.
   b) Sistem operasionalnya hanya bertumpu pada pompa *hydraulic*, ketika pompa *hydraulic* mengalami kerusakan, maka akan menghambat kerja *hydraulic*.
   c) Dibutuhkan kedalaman air yang memadai.

Untuk melengkapi pemahaman kalian dan agar kalian lebih mengenal tentang mekanisme *syncrolift dock*, kalian dapat mencari informasi melalui media lain, seperti buku ataupun internet.

e. Dok Balon (*Airbag Dock*)

Gambar 2.18 *Airbag Docking*

Sumber: Danang Kurniawan

Amati gambar 2.18 di atas. Gambar tersebut merupakan gambar fasilitas *Airbag docking*. *Airbag docking* ialah pengedokan kapal dengan menggunakan *airbag*/balon, yaitu *rubber* berbentuk bulat panjang dan bertekanan udara tinggi yang berfungsi sebagai bantalan di bawah kapal layaknya roda. *Airbag* berputar mengikuti gerakan kapal maju pada saat kapal ditarik (*docking*) dan mundur pada saat kapal meluncur (*undocking*). Balon/*airbag* berfungsi sebagai bantalan yang menggerakan kapal juga untuk mengurangi gaya gesek antara badan kapal dengan landasan dok. Berikut uraian terkait kelebihan dan kekurangan *airbag dock*.

1) Kelebihan *Airbag Dock*
    a) Biaya investasi murah.
    b) Penggunaannya fleksibel dapat dipindah-pindah.
    c) Kesempatan pengembangan luas dapat disesuaikan dengan luas area pengedokan.
2) Kekurangan *Airbag Dock*
    a) Tingkat keamanan masih rendah.
    b) Pelaksanaan *docking* relatif lebih lama daripada *undocking*.
    c) Operasional *airbag docking* dinilai lebih rumit.
    d) Hanya dapat digunakan pada kapal yang berbentuk lambung U.

Untuk melengkapi pemahaman kalian dan agar kalian lebih mengenal tentang mekanisme *airbag dock*, kalian dapat mencari informasi melalui media lain, seperti buku ataupun internet.

Ayo Berdiskusi

Setelah mempelajari materi di atas, tentunya kalian mulai memahami tentang teknologi pengedokan kapal. Selanjutnya kalian dapat berdiskusi dengan teman sebangku atau dengan teman satu kelompok tentang perkembangan teknologi pengedokan saat ini serta sikap dan budaya kerja di dalamnya.

Dalam berdiskusi, kalian dapat mengumpulkan informasi dari buku, internet, maupun dari sumber belajar lain. Selanjutnya kalian dapat mempresentasikan hasil diskusi tersebut sesuai dengan arahan guru pengampu.

D. Perkembangan Teknologi Digital dan Robotik dalam *Repair* dan Pembangunan Konstruksi Kapal Baru

Bagaimanakah perkembangan teknologi digital dan robotik dalam proses *repair* dan pembangunan kapal saat ini?

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, kalian dapat mempelajari perkembangan teknologi digital dan robotik dalam proses *repair* dan pembangunan kapal dari buku ataupun dari sumber informasi lainnya. Dari berbagai sumber tersebut kalian dapat memperoleh pemahaman dan pengetahuan untuk nantinya dapat

kalian kembangkan sebagai inovasi dalam teknologi *repair* dan pembangunan kapal ataupun sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas manufaktur kapal.

Pada bidang reparasi dan pembangunan konstruksi kapal baru, perkembangan teknologi digital dan robotik memiliki peranan yang sangat signifikan. Masuknya teknologi digital dan robotik mendorong percepatan industri reparasi dan pembangunan kapal baru. Sebelumnya industri reparasi dan pembangunan kapal baru masih dikerjakan dan dibuat secara manual dan konvensional, kini beralih menggunakan sistem perangkat lunak digital dan sistem mekanis melalui program yang terprogram (robotik). Tentu saja hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas pada sektor reparasi dan pembangunan kapal secara umum.

1. Sektor Perawatan dan Reparasi Kapal

Tindakan Perawatan dan reparasi perlu untuk dilakukan dalam rangka meningkatkan produktivitas dan mempertahankan ketahanan kapal. Adapun yang menjadi sektor-sektor perawatan dan reparasi kapal, yaitu:

a. Bidang Gambar
   Dengan perkembangan digital saat ini, hasil pemeriksaan ketebalan pelat menggunakan NDT dapat digambarkan secara digital menggunakan perangkat lunak CAD, baik secara 2D ataupun 3D untuk memudahkan proses *replating* dan reparasi kapal.

b. Bidang Pembersihan Kapal (*Blasting*)
   Pada beberapa bagian pelat mendatar, proses pembersihan dapat menggunakan mesin *blasting* yang memanfaatkan mekanisme robotik.

Gambar 2.19 *Sandblasting* Robot Mekanik

Sumber: mpa.es/en/robots-vertidrive-m3

c. Bidang Fabrikasi

Pada pembuatan gambar kerja, pemotongan pelat yang akan digunakan dalam proses *replating* dapat menggunakan program CAD-CAM untuk selanjutnya diaplikasikan pada CNC plasma *cutting*.

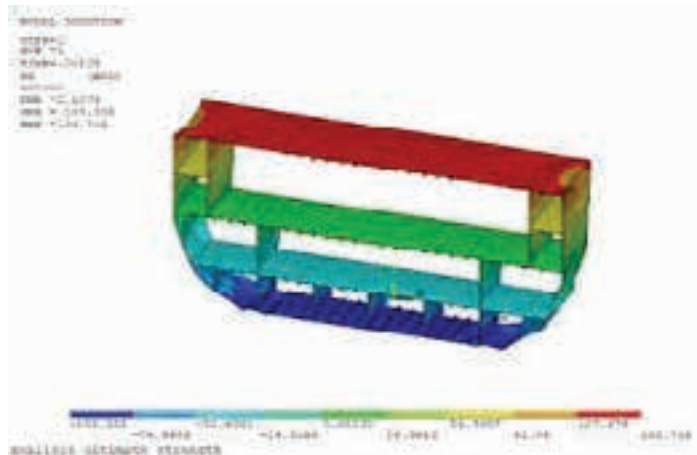
Untuk melengkapi pemahaman kalian dan agar kalian lebih mengenal tentang sektor perawatan dan reparasi kapal, kalian dapat mencari informasi melalui media lain, seperti buku ataupun internet. Sehingga pengetahuan tersebut dapat kalian gunakan pada saat praktikum dan saat kalian bekerja di masa yang akan datang.

2. Digitalisasi Sektor Pembangunan Kapal Baru

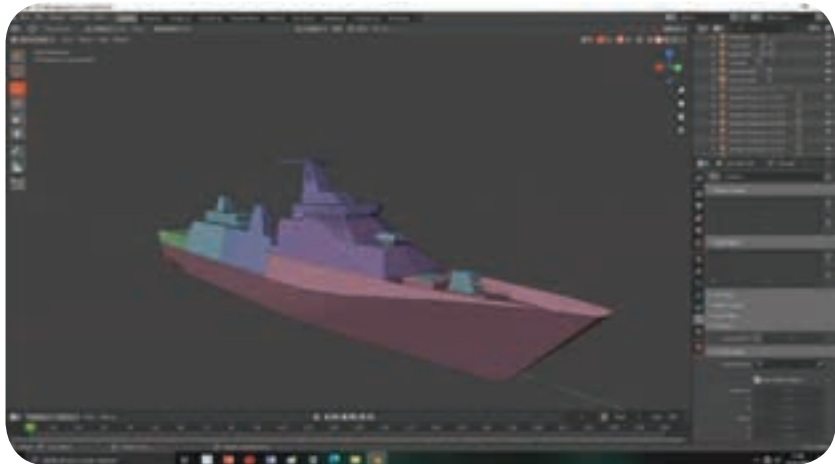
Dalam upaya optimalisasi digital di era Revolusi Industri 4.0, dilakukan digitalisasi layanan di berbagai sektor tak terkecuali pada sektor pembangunan kapal. Adapun sektor-sektor yang mengalami digitalisasi pada pembangunan kapal, yaitu:

a. Bidang Desain

1) Program CAD pembuatan desain kapal menggunakan perangkat lunak CAD.
2) Program CAD untuk pembuatan pemodelan bagian kapal dan konstruksi kapal menggunakan perangkat lunak CAD 2D dan 3D.

3) Program CAE digunakan dalam analisis (struktur, stabilitas, propulsi, dan lain-lain) pada kapal menggunakan perangkat lunak CAE.

Gambar 2.20 Analisis Struktur Pelintang Kapal dengan CAE

Sumber: E-Jurnal Poltekba

4) Program CAD dan CAM dalam pembuatan *production drawing* menggunakan CAD-CAM untuk diaplikasikan pada mesin produksi.

Gambar 2.21 Pemodelan Bentuk Kapal dengan CAD

Sumber: Danang Kurniawan

b. Bidang Fabrikasi (CNC *Cutting*)
   Pemotongan material menggunakan program CAD-CAM untuk selanjutnya diaplikasikan pada CNC plasma *cutting* untuk mempercepat proses fabrikasi.

c. Bidang Pengelasan (Mesin Las Robotik)
   Pada tahap *sub assembly* dapat menggunakan pengelasan robotik, khususnya pada bagian yang memiliki bentuk dan proses yang sama.

Untuk melengkapi pemahaman kalian dan agar kalian lebih mengenal tentang teknologi digital dan robotik dalam pembangunan kapal baru, kalian dapat mencari informasi melalui media lain, seperti buku ataupun internet. Selanjutnya pengetahuan tersebut dapat kalian gunakan pada saat praktikum dan ketika kalian bekerja di masa yang akan datang.

Refleksi

Untuk mengetahui ketercapaian kalian dalam mempelajari Bab 2 tentang Teknologi Rekayasa dan Manufaktur Kapal. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

a. Apa permasalahan dan kesulitan yang kalian temui saat belajar?
b. Apa solusi yang kalian lakukan untuk mengatasi permasalahan dan kesulitan tersebut?
c. Bagaimana perasaan kalian saat menjalani setiap aktivitas pembelajaran?
d. Apa pengetahuan yang sudah kalian peroleh setelah kalian menjalani aktivitas pembelajaran? Deskripsikan dengan jelas!
e. Terkait dengan materi Teknologi Rekayasa dan Manufaktur Kapal, pembahasan tentang apa yang paling menarik dan ingin kalian pelajari lebih dalam?

Ayo Berlatih

Dalam proses produksi kapal, ada yang dinamakan tahap fabrikasi. Tugas kalian ialah mencari tahu apa itu tahap fabrikasi dan jelaskan proses yang ada di dalamnya.
Dalam menyelesaikan tugas mandiri tersebut, kalian dapat mengumpulkan informasi dari buku, internet, maupun sumber belajar lainnya. Tugas dikumpulkan dalam bentuk laporan, kemudian serahkan kepada guru pengampu sesuai dengan format yang telah ditentukan.

Penilaian Akhir Bab

Untuk mengetahui apakah kalian telah menguasai materi pada Bab 2 ini, kerjakan tugas berikut secara mandiri dengan bertanggung jawab dan jujur.

a. Jawablah soal-soal berikut tanpa melihat penjelasan materi.
b. Kerjakan di buku tulis/buku tugas masing-masing.
   1) Jelaskan perbedaan sistem blok dan sistem seksi dalam pembangunan kapal baru!
   2) Jelaskan tahapan pada pembangunan kapal bangunan baru!
   3) Bagaimanakah hasil identifikasi kalian tentang kelebihan dan kekurangan *side launching*?
   4) Jelaskan perbedaan antara *slipway dock* dan *syncrolift dock*!
   5) Jelaskan alur pembersihan kapal pada saat kapal melaksanakan pengedokan!
   6) Jelaskan pengaruh kebersihan material pelat terhadap kualitas pekerjaan *replating*!
   7) Jika kalian seorang inspektur dalam perbaikan kapal, jelaskan langkah apa yang akan kalian ambil untuk memutuskan lambung kapal ketika dilakukan pergantian pelat/*replating*!

Penilaian Akhir Bab

8) Bagaimanakah hasil identifikasi kalian tentang kekurangan dan kelebihan *graving dock*?
9) Bagaimanakah hasil identifikasi kalian tentang kekurangan dan kelebihan *airbag docking*?
10) Apa perbedaan tahapan proses yang terdapat dalam *assembly* dan *sub assembly* pada pembangunan kapal baru?

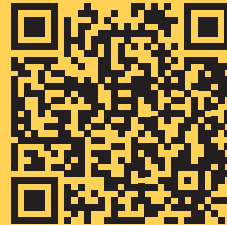
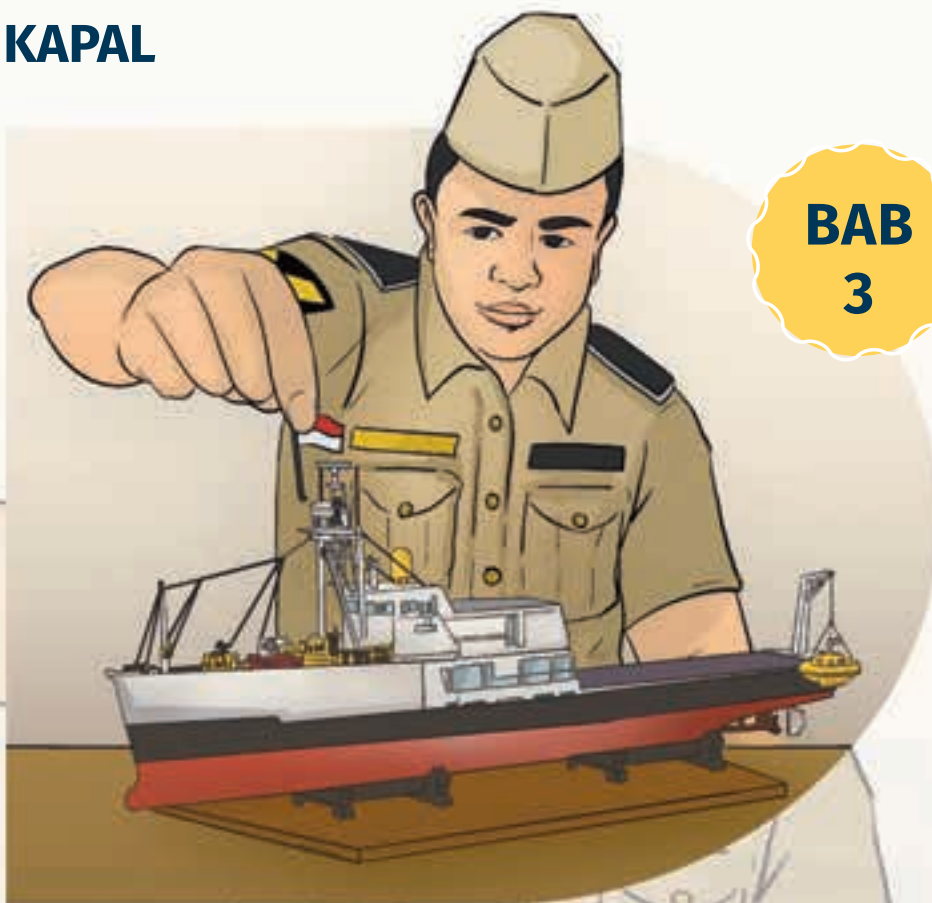
Pengayaan

Guna meningkatkan pengetahuan kalian dalam memahami materi Teknologi Rekayasa dan Manufaktur Kapal, kalian dapat mempelajarinya pula melalui media internet. Untuk mengetahui pembahasan materi Perencanaan dan Rekayasa Konstruksi Kapal, kalian dapat mengakses tautan berikut.

http://dosenkapal.com/2019/12/proses-pembangunan-kapal/

atau kalian dapat memindai kode batang di samping.

Scan Me!

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2022
Buku Dasar-Dasar Teknik Konstruksi Kapal
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 1
Penulis: Danang Kurniawan
ISBN: 978-623-388-021-3 (jil.1a)

KEWIRAUSAHAAN DALAM BIDANG MANUFAKTUR DAN REKAYASA KONSTRUKSI KAPAL

BAB 3

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi tentang Kewirausahaan dalam Bidang Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal, kalian diharapkan mampu menjelaskan tentang profesi dan kewirausahaan (*job-profile and technopreneurship*), mengidentifikasi peluang usaha, peluang pasar, serta peluang bekerja di bidang manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal, mengidentifikasi inspirasi jiwa wirausaha teknologi (*technopreneurship*), dan menerapkan sikap wirausaha dalam proses produksi.

Peta Konsep

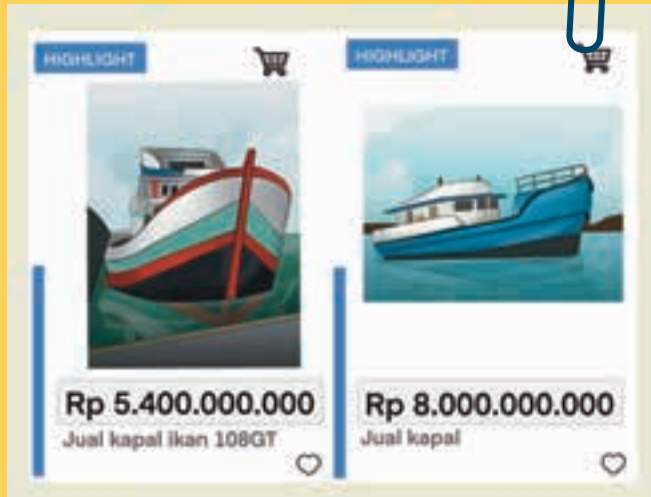
Bab 3 KEWIRAUSAHAAN DALAM BIDANG MANUFAKTUR DAN REKAYASA KONSTRUKSI KAPAL

A Karakter Wirausahawan *Technopreneurship*

B Peluang Usaha di Bidang Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal

C Konsep dan Wawasan *Technopreneurship*

Kata Kunci

kewirausahaan, peluang, kepemimpinan, kreativitas, inovasi, teknopreneur, *technopreneurship*.

Sumber: Daniel Tirta Ramana

Apakah kalian pernah mendengar istilah *technopreneurship*? Mengapa saat ini *technopreneurship* menjadi sangat penting? Jika diartikan secara sederhana, *technopreneurship* ialah perpaduan antara wirausaha dan teknologi atau wirausaha berbasis teknologi. Namun, tahukah kalian peluang *technopreneurship* dalam bidang manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, kalian dapat mencari informasi dari buku, internet, ataupun sumber belajar lainnya. Pengetahuan tentang *technopreneurship* dalam bidang manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal sangat penting untuk kalian pahami. Pada pembahasan di bawah ini kalian dapat mempelajari materi tentang *technopreneurship* dalam bidang manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal.

Pada bab ini kita akan mempelajari tentang Karakter Wirausahawan *Technopreneurship* (Teknopreneur), Peluang Usaha di Bidang Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal, serta Konsep dan Wawasan *Technopreneurship*.

A. Karakter Wirausahawan *Technopreneurship*

Wirausahawan ialah seseorang yang menjalankan usaha dengan segala kemungkinannya, baik keuntungan maupun kerugian. Berdasarkan hal tersebut, seorang wirausahawan haruslah memiliki mental baja dalam menghadapi kemungkinan-kemungkinan tersebut. Apakah kalian ingin menjadi seorang wirausahawan yang sukses? Jika iya, maka karakter wirausahawan yang harus kalian miliki di antaranya:

1. Kreatif

Kreatif ialah kemampuan untuk memunculkan ide dan karya baru yang berbeda dari ide-ide dan karya yang ada pada umumnya.

2. Inovatif

Inovatif ialah kemampuan untuk berinovasi, yaitu menghasilkan suatu produk, karya, dan gagasan baru yang berbeda dari produk, karya, dan gagasan pada umumnya. Terkadang inovasi dapat muncul dari hal-hal sederhana namun jarang terpikirkan oleh orang lain pada umumnya. Untuk dapat memahami lebih mendalam tentang inovasi, kalian dapat mempelajari ciri-ciri inovasi sebagai berikut.

a. Kekhasan, yaitu memiliki ciri-ciri yang unik dan karakteristik yang berbeda dari yang lain.

b. Kebaruan, yaitu hal yang baru dan memiliki orisinalitas. Kebaruan dapat diartikan pula dengan memperbarui karya dan gagasan yang ada sebelumnya.

c. Program yang terencana, dalam arti bahwa suatu inovasi dilakukan dengan perencanaan serta melalui proses yang disiapkan dengan matang.

3. Berani

Seorang wirausahawan diharuskan memiliki keberanian dalam mengambil keputusan dengan cermat dan risiko yang telah diperhitungkan.

4. Kepemimpinan

Seorang wirausahawan diharuskan bisa mengendalikan, mengelola, dan mengatur usahanya untuk mencapai tujuan yang telah direncanakan sebelumnya.

5. Mampu Berkomunikasi

Wirausahawan dapat berkomunikasi dengan baik dan santun, baik secara internal ataupun eksternal kepada mitra usaha.

6. Kerja Sama

Seorang wirausahawan dapat menjalin kerja sama dan menjaga relasi dengan mitra usahanya.

Keenam karakter tersebut harus dimiliki oleh seorang teknopreneur, apalagi dalam hal ini seorang teknopreneur selalu memanfaatkan teknologi sebagai basis usahanya. Hampir dalam setiap operasional bisnis yang dilakukan, wirausahawan *technopreneurship* mengintegrasikan kecanggihan teknologi dengan kemampuan wirausahanya, sehingga selalu diperlukan adanya inovasi atau pembaruan.

Untuk melengkapi pemahaman kalian dan agar kalian lebih mengenal tentang karakter wirausaha *technopreneurship*, kalian dapat mencari informasi mengenai Karakter Wirausahawan *Technopreneurship* melalui media lain, baik buku ataupun internet.

Ayo Berlatih

Setelah mempelajari materi di atas, tentunya kalian mulai memahami karakter wirausahawan *technopreneurship* secara umum. Selanjutnya lakukan hal-hal berikut:

1. Berdiskusilah dengan teman satu kelompok terkait hal-hal yang berkaitan dengan *technopreneurship* yang belum kalian ketahui.
2. Buatlah daftar pertanyaan yang berkaitan dengan hal-hal yang belum kalian ketahui tersebut.
3. Lakukan sebuah wawancara dengan seorang wirausahawan yang ada di sekitar kalian untuk menjawab daftar pertanyaan tersebut, atau kalian dapat mengumpulkan informasi (jawaban) melalui buku, internet, maupun sumber belajar lainnya.
4. Presentasikan hasil diskusi kalian sesuai dengan arahan guru pengampu.

B. Peluang Usaha di Bidang Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal

Apa yang kalian ketahui tentang Peluang Usaha di Bidang Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal?

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, kalian dapat mempelajari Peluang Usaha di Bidang Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal melalui buku ini ataupun dari sumber informasi lainnya. Dari berbagai sumber tersebut, kalian dapat memperoleh pengetahuan dan pemahaman yang kemudian dapat kalian kembangkan sebagai inovasi dalam menciptakan peluang usaha baru, khususnya pada bidang yang berhubungan dengan manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal.

1. Analisis Peluang Usaha Bidang Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal

Dalam bidang manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal, peluang usaha masih sangat banyak, terlebih dengan adanya gagasan *technopreneurship*, maka peluang usaha tersebut semakin luas. Karena jaringan usaha *technopreneurship* menyebar luas kepada seluruh pengguna internet ataupun media lainnya. Beberapa contoh usaha *technopreneurship* di bidang manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal di antaranya:

a. Jasa *Drafter* Manufaktur dan Konstruksi Kapal
   Jasa *drafter* manufaktur dan konstruksi kapal saat ini dapat dilakukan secara *online* tidak harus bertatap muka. Komunikasi dapat dilaksanakan secara virtual dan melalui media lainnya. Tentunya dibutuhkan keterampilan dalam desain 2D ataupun 3D serta penguasaan media komunikasi visual yang dapat menunjang perkerjaan tersebut.

b. Jasa Perancangan dan Rekayasa Konstruksi Kapal
   Saat ini cukup banyak perusahaan yang menyediakan layanan jasa perancangan dan rekayasa konstruksi. Sebagian besar perusahaan tersebut memasarkan produk jasa mereka melalui *online*. Tentunya dibutuhkan keterampilan dalam desain 2D ataupun 3D serta kemampuan analisis dan perencanaan yang baik dalam menjalankan usaha tersebut.

c. Borong Kerja (Subkontraktor)
   Saat ini dalam manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal setiap pekerjaan dapat di-*support* oleh pihak ketiga. Hal tersebut bertujuan untuk mempercepat dan meminimalkan risiko pekerjaan. Dalam bidang manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal, cukup banyak perusahaan yang menawarkan diri untuk menjadi pihak ketiga atau subkontraktor dengan spesifikasi pekerjaan yang bervariatif, contohnya subkontraktor *docking–undocking* kapal, *sand blasting*, *replating, cleaning,* dan subkontraktor bidang pengelasan.

d. Pemasaran Kapal

Saat ini dalam memasarkan produk terdapat media-media sosial, media jual beli, ataupun web yang dapat memfasilitasi jual beli secara *online* atau *offline*. Seperti halnya *e-commerce* OLX, Bukalapak, Tokopedia yang dapat digunakan sebagai media pemasaran dengan sangat mudah.

Ayo Berdiskusi

Setelah mempelajari dan memahami materi di atas, tentunya kalian mulai memahami peluang usaha di bidang manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal beserta usaha-usaha pendukungnya. Selanjutnya, buatlah kelompok yang beranggotakan 3–4 orang siswa. Tugas kalian ialah melakukan wawancara dengan seorang pemilik perusahaan atau wirausahawan yang bergerak di bidang manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal (contoh: galangan kapal bangunan baru, usaha perbaikan kapal, subkontraktor perkapalan atau konstruksi, jasa desain, serta usaha lain di bidang manufaktur perkapalan) dengan poin-poin wawancara sebagai berikut:

1. Profil wirausahawan (meliputi 5W + 1H)
2. Pengalaman kegagalan wirausahawan dan kiat-kiat bangkit dari kegagalan berwirausaha.
3. Sikap dan karakter yang membuat seorang wirausahawan sukses.
4. Budaya kerja yang diterapkan dalam menjalankan usaha dengan sukses.
5. Serta poin-poin lainnya yang dapat kamu tambahkan sesuai dengan kebutuhan informasi dari wirausahawan.

   Setelah melakukan wawancara, tugas kalian dan kelompok ialah membuat laporan wawancara dan berdiskusi. Hasil wawancara dan diskusi kelompok nantinya dapat dipresentasikan dengan arahan guru pengampu.

C. Konsep dan Wawasan Wirausaha Teknologi (*Technopreneurship*)

Apa yang kamu ketahui tentang Konsep dan Wawasan *technopreneurship*?

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, kalian dapat mempelajari Konsep dan Wawasan *Technopreneurship* melalui buku ini ataupun dari sumber informasi lainnya. Di mana dari berbagai sumber tersebut kalian dapat memperoleh pemahaman dan pengetahuan untuk nantinya kalian kembangkan sebagai inovasi dalam berwirausaha, khususnya pada bidang yang berhubungan dengan manufaktur kapal.

Pada pembahasan berikut, kalian akan mempelajari tentang Konsep dan Wawasan *Technopreneurship*. Materi pada pembahasan ini meliputi Perkembangan Teknologi Informasi dalam *Technopreneurship* dan Inovasi dalam *Technopreneurship*.

1. Perkembangan Teknologi Informasi dalam *Technopreneurship*

Dalam hal ini *technopreneurship* mengacu pada Teknologi Informasi, yakni teknologi yang menggunakan komputer dan internet sebagai alat pemrosesan. Posadas (2007) mendefinisikan istilah *technopreneurship* dalam cakupan yang lebih luas, yakni sebagai wirausaha di bidang teknologi yang mencakup teknologi semikonduktor sampai ke aksesoris Komputer Pribadi (PC).

Technopreneurship lebih mengacu pada pemanfaatan teknologi informasi untuk pengembangan wirausaha. Penggunaan teknologi informasi yang dimaksudkan di sini ialah pemakaian internet untuk memasarkan produk mereka, seperti dalam perdagangan *online* (*e-commerce*), pemanfaatan perangkat lunak khusus untuk memotong biaya produksi, atau pemanfaatan teknologi web sebagai sarana iklan untuk wirausaha.

2. Inovasi dalam *Technopreneurship*

Salah satu hal yang penting dalam *technopreneurship* ialah inovasi. Inovasi ialah pengenalan sesuatu yang baru dan bermanfaat. Orang yang inovatif ditandai oleh kecenderungan untuk memperkenalkan gagasan, metode, peralatan, prosedur, dan produk/jasa baru yang lebih baik atau lebih bermanfaat. Inovasi merupakan kelanjutan dari penemuan, yaitu kegiatan kreatif untuk menciptakan suatu konsep baru dengan manfaat dan kebutuhan yang baru. Dalam *technopreneurship* hasil inovasi ini kemudian diwujudkan dan diimplementasikan menjadi suatu bisnis yang sukses. Contoh inovasi dalam bidang *technopreneurship* di antaranya:

a. Inovasi Pemasaran Produk dan Jasa Perkapalan di Media Sosial dan *E-commerce*

   Dahulu pengenalan dan pemasaran produk manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal hanya dilakukan melalui kegiatan pameran atau promosi secara langsung dari pintu ke pintu. Seiring dengan pesatnya perkembangan media informasi dan teknologi, muncullah kreativitas dalam pengenalan dan pemasaran produk, salah satunya ialah pemasaran produk melalui media sosial dan *e-commerce*. Saat ini banyak dijumpai seseorang/perusahaan menjual kapal atau produk pendukung lainnya yang berkaitan dengan perkapalan melalui media sosial atau *e-commerce*.

b. Inovasi pada Bidang Desain dan Redesain Produk Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal

   Dalam bidang manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal, pembuatan desain merupakan hal yang paling penting. Saat ini banyak sekali pihak yang menyediakan perangkat lunak desain dan tenaga ahli di bidang desain. Mereka bersaing secara sehat dalam membuat dan mengembangkan desain kapal yang menarik dan mendekati bentuk aslinya. Jika dahulu sebuah desain kapal cenderung hanya terdiri dari garis-garis dan kurva serta dikerjakan secara manual, saat ini pekerjaan desain dapat dibuat melalui pemodelan 3D dengan fitur yang sama dengan aslinya.

Gambar 3.1 Pemodelan 3D Kapal dengan Perangkat Lunak CAD

Sumber: Danang Kurniawan

Refleksi

Untuk Setelah kalian mempelajari Bab 3 ini, tentu kini kalian sudah memahami tentang Kewirausahaan dalam Bidang Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal. Pada bab ini telah dipaparkan mengenai Karakter Wirausahawan *Technopreneurship*, Peluang Usaha di Bidang Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal, serta Konsep dan Wawasan *Technopreneurship*. Bagian mana yang menurut kalian paling sulit untuk dipahami? Diskusikan hal tersebut dengan teman maupun guru pengampu.

Ayo Berlatih

Salah satu bentuk usaha *technopreneurship* di bidang manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal dapat dilakukan pada proses pemasaran kapal. Pilih salah satu media sosial yang dapat digunakan sebagai media pemasaran *online*, kemudian jelaskan proses cara pemasaran kapal melalui media tersebut.

Dalam menyelesaikan tugas ini, kalian dapat mengumpulkan informasi dari buku, internet, maupun sumber belajar lainnya. Tugas dikumpulkan dalam kepada guru pengampu sesuai dengan format yang telah ditentukan.

Penilaian Akhir Bab

Untuk mengetahui apakah kalian telah menguasai materi pada Bab 3 ini, kerjakan tugas berikut secara mandiri dengan bertanggung jawab dan jujur.

a. Jawablah soal-soal berikut tanpa melihat penjelasan materi.
b. Kerjakan di buku tulis/buku tugas masing-masing.
   1) Jelaskan kembali apa yang kalian pahami tentang *technopreneurship*!
   2) Apakah semua karakter yang dijelaskan pada pembahasan di atas harus dimiliki oleh seorang teknopreneur di bidang manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal? Jelaskan alasannya!
   3) Seorang teknopreneur diharuskan untuk memiliki karakter kreatif. Berikan contoh kreativitas seperti apa yang dapat dikembangkan dalam bidang manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal!
   4) Seorang teknopreneur diharuskan memiliki karakter berani. Jelaskan contoh keberanian seperti apa yang harus dimiliki seorang teknopreneur dalam bidang manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal!
   5) Jika kalian seorang teknopreneur, bentuk usaha seperti apa yang ingin kalian jalankan saat ini khususnya yang berkaitan dengan bidang manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal?

Pengayaan

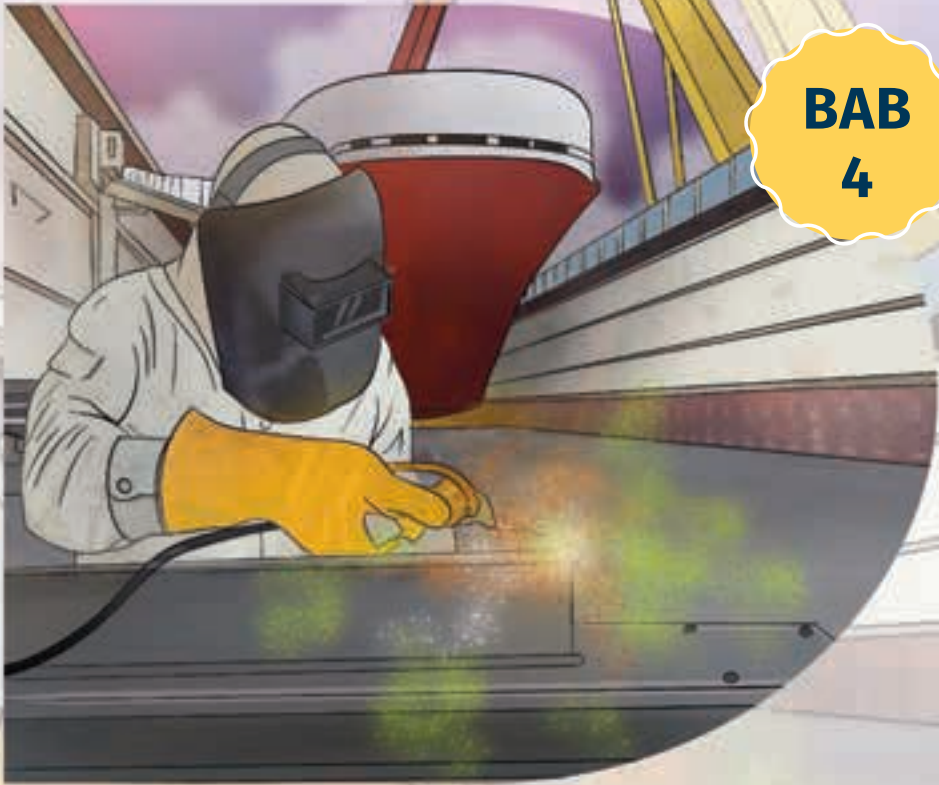
Guna meningkatkan pengetahuan kalian dalam memahami materi Kewirausahaan dalam Bidang Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal, kalian dapat mempelajarinya melalui media internet. Untuk mengetahui pembahasan materi tersebut, kalian dapat mengakses tautan berikut.

http://dosenkapal.com/2019/12/proses-pembangunan-kapal/

atau kalian dapat memindai kode batang di samping.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2022
Buku Dasar-Dasar Teknik Konstruksi Kapal
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 1
Penulis: Danang Kurniawan
ISBN: 978-623-388-021-3 (jil.1a)

DASAR MANUFAKTUR DAN REKAYASA KONSTRUKSI KAPAL

BAB 4

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi tentang Dasar Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal, kalian diharapkan mampu menjelaskan tentang penggunaan alat ukur yang digunakan dalam proses manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal, mengidentifikasi gambar konstruksi kapal, mengelola informasi dalam gambar konstruksi kapal, dan mengidentifikasi penerapan Revolusi Industri 4.0 pada lingkup Teknik Konstruksi Kapal.

Peta Konsep

Bab 4 DASAR MANUFAKTUR DAN REKAYASA KONSTRUKSI KAPAL

A Alat Ukur

B Jenis Konstruksi Kapal

Kata Kunci

dasar, manufaktur, rekayasa, alat ukur, jangka sorong, *protractor*, *bevel protractor*, rahang ukur, skala vernier, skala utama, konstruksi kapal.

Sumber: Danang Kurniawan

Perhatikan gambar di atas. Apakah kalian mengetahui fungsi dari alat tersebut? Atau mungkin ada di antara kalian yang dapat menjelaskan penggunaan alat tersebut dalam pembangunan kapal? Tentunya kalian dapat mencari fungsi dan cara penggunaan alat tersebut dari media internet atau buku. Sangat penting bagi kalian untuk mengetahui fungsi alat ukur yang digunakan pada proses manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal. Pada materi Dasar Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal ini, kalian dapat mempelajari tentang penggunaan alat ukur dalam proses manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal.

Dalam memahami proses manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal dibutuhkan materi khusus yang dijadikan dasar pembelajaran. Materi tersebut ialah pengenalan alat ukur dan jenis-jenis konstruksi kapal. Dengan mengetahui kedua hal tersebut, kalian dapat menentukan peralatan ukur mana yang nantinya dapat digunakan dalam pengukuran sudut, pengukuran/kedudukan benda, ataupun pengukuran ketebalan sesuai dengan prosedur, serta memahami bagian-bagian konstruksi kapal.

A. Alat Ukur

Tahukah kalian alat ukur apa saja yang digunakan dalam proses manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal?

Pemaparan materi berikut berisi tentang jenis-jenis alat ukur yang digunakan dalam proses manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal. Alat ukur ialah peralatan yang digunakan untuk mengetahui ukuran suatu garis, bidang, ataupun bangun.

Dalam proses manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal, jenis alat ukur yang digunakan ialah alat ukur panjang dan alat ukur sudut. Untuk lebih memahami materi mengenai alat ukur yang digunakan dalam proses manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal, kalian dapat mempelajari materi berikut.

1. Jangka Sorong

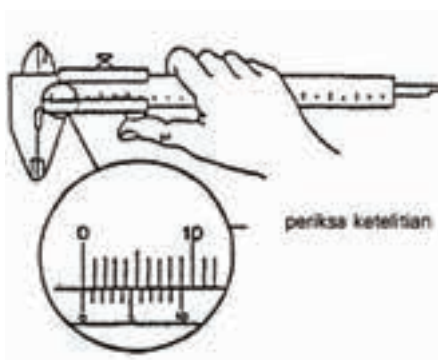
Sebelum kalian membahas lebih jauh tentang jangka sorong, apakah kalian pernah menggunakan jangka sorong? Apakah kalian mengetahui fungsi dari jangka sorong?

Jangka sorong ialah alat yang dapat digunakan untuk mengukur ketebalan, diameter, dan kedalaman pada objek tertentu dengan ketelitian 0,1–0,01 mm. Berikut ini bagian-bagian dari jangka sorong yang perlu kalian ketahui.

a. Bagian-Bagian Jangka Sorong
   1) *beam* (batang) *fixed jaw* (rahang tetap)
   2) *sliding jaw* (rahang gerak)
   3) *main scale* (skala tetap)
   4) *vernier scale* (skala nonius)
   5) *fine adjustment* (penggerak halus)
   6) *clamping screw* (baut penjepit)

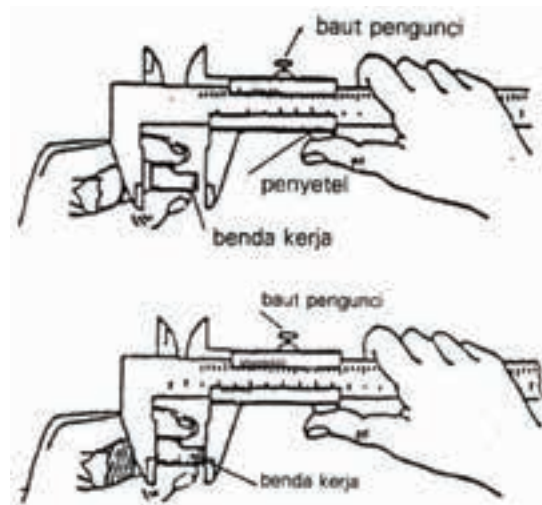
Gambar 4.1 Bagian-Bagian Jangka Sorong
Sumber: Buku Diklat PT. PAL Indonesia

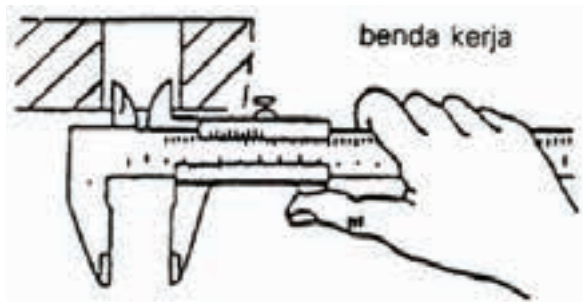
b. Ketelitian dan Panjang Jangka Sorong
   Pada umumnya jangka sorong yang sering digunakan pada industri ialah jangka sorong yang memiliki satuan metrik dan imperial. Jangka sorong dengan satuan metrik dapat mencapai ketelitian mencapai 0,05 dan 0,02 mm dan pada jangka sorong dengan satuan imperial, ketelitian dapat mencapai 1/128" dan 1/1000". Adapun panjang yang dapat diukur oleh jangka sorong yang ada di pasaran antara lain: 0 hingga 150 mm, 0 hingga 175 mm, 0 hingga 250, 0 hingga 300 mm, dan 1 meter (skala metrik).

c. Persiapan Sebelum Melakukan Pengukuran

Gambar 4.2 Pemeriksaan Jangka Sorong
Sumber: Buku Diklat PT. PAL Indonesia

Sebelum melakukan pengukuran, terlebih dahulu bersihkan permukaan pada rahang ukur *(internal jaw)* dengan tisu atau kain yang lembut dan bersih. Kemudian gerakkan hingga rahang ukur (*internal jaw*) menutup. Ketika permukaan rahang ukur (*internal jaw*) tertutup, pastikan ukuran

masih menunjukkan angka nol. Selanjutnya benda kerja yang akan diukur dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran.

d. Pengukuran Bagian Luar Jangka Sorong
   1) Pertama, buka rahang ukur hingga melebihi besar benda kerja yang akan diukur;
   2) Letakkan benda kerja di antara rahang ukur;
   3) Aturlah hingga kedua rahang menyentuh permukaan benda kerja;
   4) Jika langkah ke 3 telah selesai, maka pertahankan kondisi tersebut dan baca ukuran jangka sorong.

Gambar 4.3 Cara Mengukur Ukuran Luar dengan Jangka Sorong
Sumber: Buku Diklat PT. PAL Indonesia

e. Pengukuran Bagian Dalam dengan Jangka Sorong
   1) Bukalah rahang pengukur dengan perkiraan bagian dalam lebih kecil dari benda yang akan diukur;
   2) Gerakkan penyetel rahang hingga permukaan kedua rahang menyentuh permukaan dalam benda kerja;
   3) Pastikan pada saat mengukur bagian dalam benda kerja, kedua rahang jangka sorong benar-benar sejajar dengan titik senter lubang benda kerja;
   4) Pertahankan kondisi pada nomor 3 dan baca ukuran pada jangka sorong.

Gambar 4.4 Pengukuran Bagian Dalam dengan Jangka Sorong

Sumber: Buku Diklat PT. PAL Indonesia

f. Cara Membaca Ukuran Jangka Sorong

Berikut cara membaca jangka sorong metrik:

1) Baca skala utama dengan membaca garis angka nol, perhatikan posisi skala vernier pada ruas atau garis di skala utama. Posisi tersebut akan menunjukkan “Angka Nominal”.
2) Baca skala vernier dengan cara mengamati posisi garis dari skala vernier yang paling lurus dengan garis skala utama. Posisi ini akan menunjukkan “Angka Desimal”

Gambar 4.5 Membaca Jangka Sorong Metrik

Sumber: Buku Diklat PT. PAL Indonesia

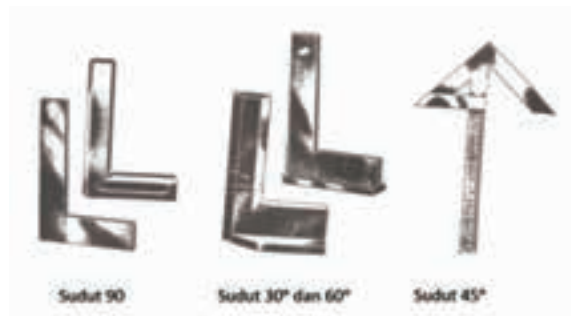
Pada gambar 4.5 tersebut, poin A menunjukkan angka nominal (mm) dan poin B menunjukkan angka desimal. Maka hasil pengukuran tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

Skala utama berhenti pada garis angka 9, ini berarti garis tersebut menunjukkan 9 mm dari angka 0 skala vernier. Sehingga pada posisi garis skala vernier dan skala utama yang lurus terdapat 13 garis, maka tinggal mengalikan saja dengan ketelitian jangka sorong. Pada jangka sorong

ketelitian 0,05, maka setiap 1 garis skala vernier sama dengan 0,05 mm. Hal tersebut juga terjadi pada jangka sorong ketelitian 0,02 mm, maka setiap 1 garis bernilai 0,02 mm. Cara membaca ukuran pada jangka sorong yang menggunakan ukuran inci pun sama, hanya ketelitiannya saja yang berbeda.

2. Alat Pengukur Sudut

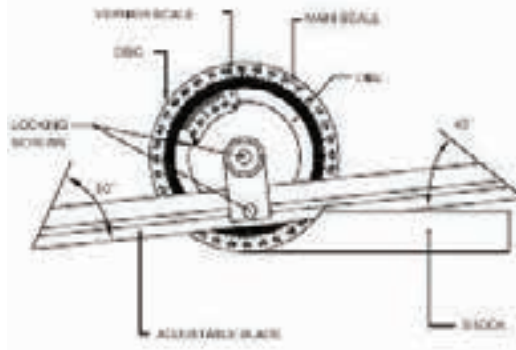
Sudut sangat berkaitan dengan kehidupan manusia. Sudut dapat ditemukan pada hampir setiap benda maupun bangunan. Namun penggunaan sudut pun tidak sembarangan, sehingga dibutuhkan alat pengukur sudut. Pada materi ini, alat pengukur sudut yang akan dibahas ialah alat pengukur sudut yang berkaitan dengan proses manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal. Berikut pembahasan mengenai alat pengukur sudut tersebut.

a. Alat Pengukur Sudut Khusus Sudut-Sudut Istimewa 90°, 60°, 45°, dan 30°

Gambar 4.6 Pengukur Sudut
Sumber: Danang Kurniawan

b. Alat Pengukur Sudut Dapat Disetel

Gambar 4.7 *Protractor*
Sumber: Danang Kurniawan

1) *Protractor* ialah busur derajat yang dapat disetel. Busur derajat jenis ini digunakan untuk membuat garis gambar atau memeriksa sudut pada benda kerja dengan rentang 0° sampai dengan 180°.

2) *Bevel protractor* ialah alat yang berfungsi untuk mengecek hasil pekerjaan permesinan, membuat garis benda pada objek-objek yang akan dibuat sudut tertentu, atau memeriksa kerapatan dari dua permukaan yang mempunyai sudut tertentu.

Gambar 4.8 *Bevel Protractor*

Sumber: mytutorialworld.com

c. Alat Pengukur Kerataan

Waterpas (*automatic level*) ialah sebuah alat yang berfungsi untuk mengukur sebuah benda atau garis pada kondisi rata, baik secara horizontal ataupun vertikal.

Gambar 4.9 Waterpas

Sumber: 123rf.com

Sikap yang harus kalian miliki dalam menggunakan alat ukur ialah berorentasi pada detail, akurat, rinci, dapat dipercaya, dan tidak mudah menyerah. Sedangkan budaya kerja yang harus kalian terapkan adalah budaya K3LH dan budaya kerja 5R. Informasi lebih lengkap terkait budaya K3LH dan 5R akan dibahas pada Buku Jilid 2 atau kalian dapat mencari informasi budaya kerja K3LH dan 5R dari sumber-sumber lain.

Ayo Berdiskusi

Setelah mempelajari materi di atas, tentunya kalian mulai memahami tentang cara penggunaan alat ukur. Selanjutnya, kalian diskusikan dengan teman sebangku atau teman satu kelompok mengenai cara penggunaan alat ukur pada saat proses manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal serta sikap dan budaya kerja yang harus diterapkan di dalamnya.
Dalam berdiskusi, kalian dapat mengumpulkan informasi dari berbagai sumber (buku, internet, dan sebagainya). Selanjutnya kalian presentasikan hasil diskusi tersebut sesuai dengan arahan guru pengampu.

B. Jenis Konstruksi Kapal

Pada materi Jenis Konstruksi Kapal ini kalian akan mempelajari tentang bagian-bagian konstruksi kapal, penempatan konstruksi kapal, dan sistem konstruksi kapal. Materi tersebut merupakan pengetahuan dasar yang harus kalian miliki dalam mempelajari Dasar Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal secara utuh.

Tahukah kalian tentang konstruksi kapal?

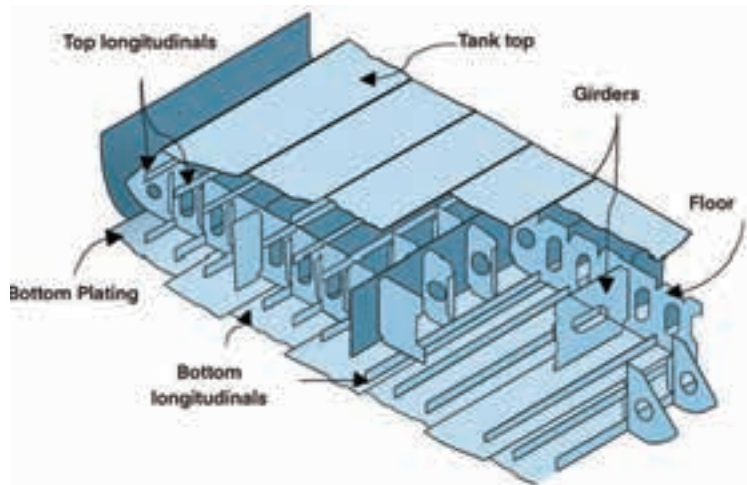
Untuk menjawab pertanyaan tersebut, kalian dapat mempelajari jenis-jenis konstruksi kapal dari buku ataupun dari sumber informasi lainnya. Dari berbagai sumber tersebut kalian dapat memperoleh pemahaman dan pengetahuan untuk kemudian kalian kembangkan sebagai inovasi dalam proses manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal.

Penjelasan lebih detail tentang jenis konstruksi kapal, dapat kalian pelajari pada materi di bawah ini agar nantinya pengetahuan, sikap, dan budaya kerja dalam materi Jenis-Jenis Konstruksi Kapal ini dapat kalian aplikasikan pada saat praktikum ataupun pada saat kalian berkecimpung di dunia kerja yang sebenarnya.

Kapal ialah sebuah bangunan yang ditopang oleh konstruksi-konstruksi yang dibuat berdasarkan perencanaan dan perancangan. Konstruksi tersebut berikatan satu sama lain, saling menguatkan dan saling menopang berdirinya sebuah kapal. Kapal terdiri dari 3 konstruksi utama, yaitu konstruksi dasar, konstruksi lambung/gading-gading, dan konstruksi dek/geladak.

1. Letak dan Kedudukan Konstruksi Kapal

Pembagian letak dan kedudukan konstruksi kapal secara umum dibagi menjadi 3, yaitu:

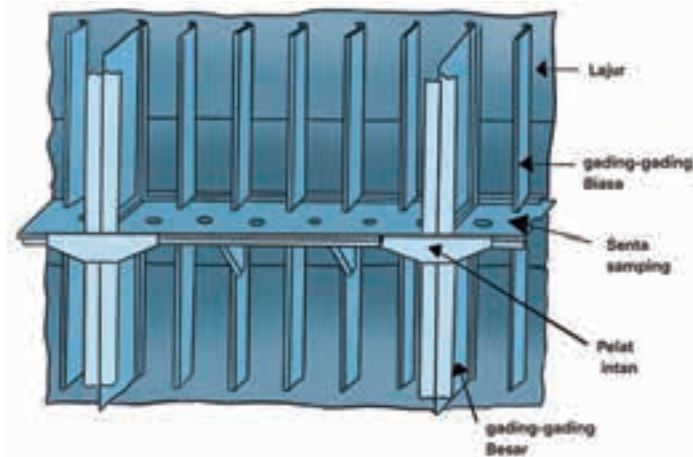
a. Konstruksi Dasar

Gambar 4.10 Konstruksi Dasar

Sumber: Danang Kurniawan

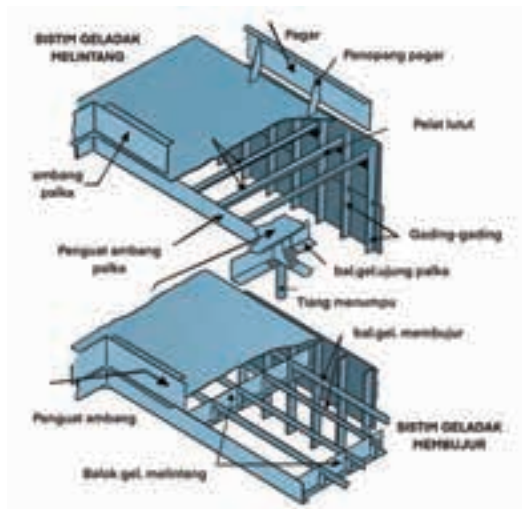
Perhatikan gambar 4.10. Gambar tersebut adalah gambar konstruksi dasar yang menyusun bagian bawah kapal. Konstruksi dasar tersebut terdiri dari *center girder, side girder, wrang (floor), longitudinal bottom, inner longitudinal bottom, tank top*, dan bagian-bagian lainnya.

b. Konstruksi Lambung/Gading-Gading

Perhatikan gambar 4.11. Gambar tersebut adalah gambar konstruksi yang menyusun lambung kapal. Konstruksi gading-gading ini memberikan kekuatan kapal dan

memperkuat tegaknya lambung kapal. Konstruksi gading-gading terdiri dari *web frame, main frame, longitudinal bottom, bracket, senta,* dan bagian-bagian lainnya.

Gambar 4.11 Konstruksi Lambung

Sumber: perwirapelayaranniaga.com

c. Konstruksi Geladak/Dek

Gambar 4.12 Konstruksi Geladak

Sumber: perwirapelayaranniaga.com

Gambar 4.12 tersebut merupakan gambar konstruksi geladak, yaitu konstruksi yang memberikan kekuatan pada geladak cuaca dan konstruksi atas kapal. Konstruksi geladak terdiri dari *deck beam, cantilever, longitudinal deck, deck transverse*, dan bagian-bagian lainnya. Untuk mengembangkan pengetahuan sesuai dengan materi di atas, kalian dapat mencari informasi tambahan melalui buku atau media internet.

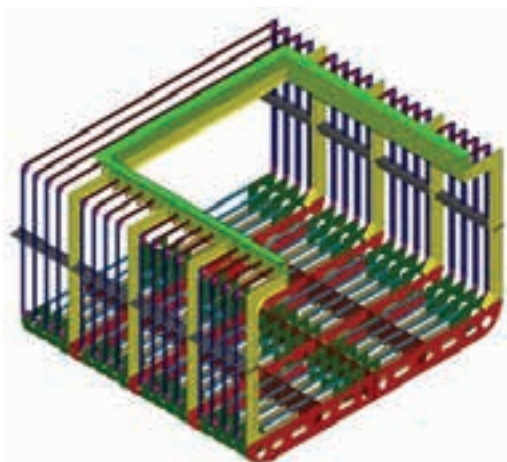
Ayo Berdiskusi

Setelah mempelajari materi di atas, tentunya kalian mulai memahami tentang letak dan kedudukan konstruksi kapal. Selanjutnya kalian diskusikan dengan teman sebangku atau teman satu kelompok tentang penggunaan fungsi konstruksi berdasarkan letak dan kedudukannya pada kapal.
Dalam berdiskusi, kalian dapat mengumpulkan informasi dari buku, internet, maupun sumber belajar lainnya. Selanjutnya kalian presentasikan hasil diskusi tersebut sesuai dengan arahan guru pengampu.

2. Sistem Konstruksi Kapal

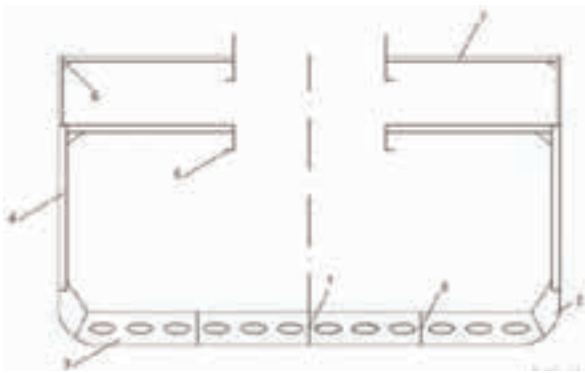
Untuk menjawab pertanyaan tersebut, kalian dapat mempelajari sistem konstruksi kapal dari buku ataupun dari sumber informasi lainnya. Dari berbagai sumber tersebut kalian dapat memperoleh pemahaman dan pengetahuan untuk kemudian dapat kalian kembangkan sebagai inovasi dalam proses manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal.

Berdasarkan kebutuhan kekuatan dan karakteristiknya, sistem konstruksi kapal dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

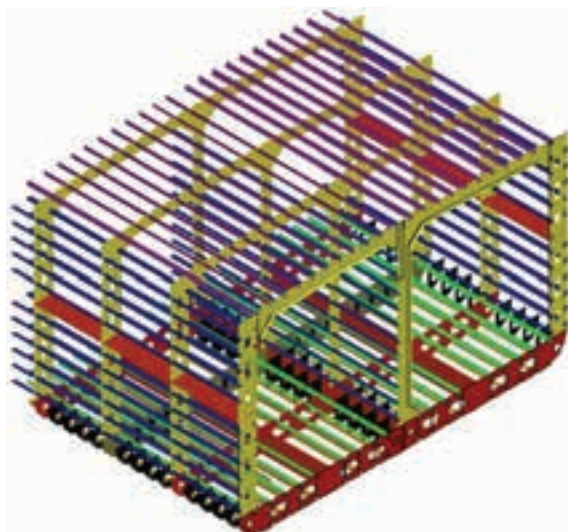
a. Sistem Konstruksi Melintang

Gambar 4.13 Sistem Konstruksi Melintang

Sumber: Danang Kurniawan

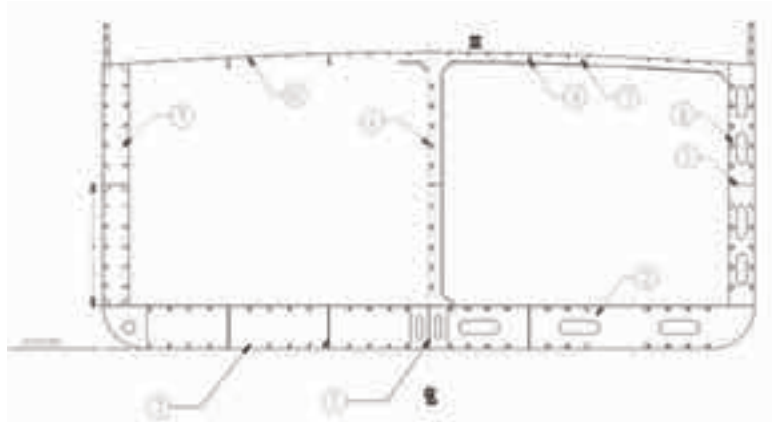
Perhatikan gambar 4.13. Pada gambar tersebut, sistem konstruksi melintang terdiri dari penguat yang dipasang searah melintang atau vertikal dengan kapal. Sistem konstruksi melintang biasanya digunakan untuk kapal-kapal dengan panjang kurang dari 90 meter. Sistem konstruksi melintang, baik

menggunakan lambung tunggal ataupun lambung ganda, umumnya memiliki jarak gading 500–1.000 mm. Berikut adalah bagian-bagian pada konstruksi melintang:

1) *center girder*
2) *bracket*
3) *solid floor*
4) *web frame*
5) *deck longitudinal*
6) *bracket*
7) *deck beam*
8) *side girder*

Gambar 4.14 Bagian-Bagian Konstruksi Melintang
Sumber: Danang Kurniawan

b. Sistem Konstruksi Memanjang

Gambar 4.15 Sistem Konstruksi Memanjang
Sumber: Danang Kurniawan

Perhatikan gambar 4.15. Pada gambar tersebut, sistem konstruksi memanjang menggunakan konstruksi yang dipasang membujur pada dasar, sisi, dan geladak kapal. Konstruksi memanjang digunakan pada kapal-kapal dengan panjang di atas 90 meter. Sistem konstruksi memanjang

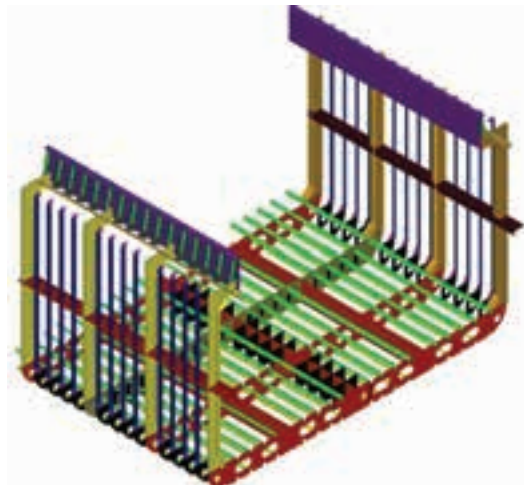
menggunakan pembujur dengan jarak 700–1.000 mm searah vertikal kapal. Pembujur-pembujur pada konstruksi memanjang diperkuat dengan pembujur sisi yang ditumpu pada jarak 3 sampai 5 meter. Berikut adalah bagian-bagian pada sistem konstruksi memanjang.

Gambar 4.16 Bagian-Bagian Konstruksi Memanjang

Sumber: Danang Kurniawan

1) *center girder*
2) *bottom transverse*
3) *bottom longitudinal*
4) *longitudinal bulkhead*
5) *stringer*
6) *side transverse*
7) *deck transverse*
8) *longitudinal deck girder*
9) *side longitudinal*
10) *deck longitudinal*

c. Sistem Konstruksi Kombinasi

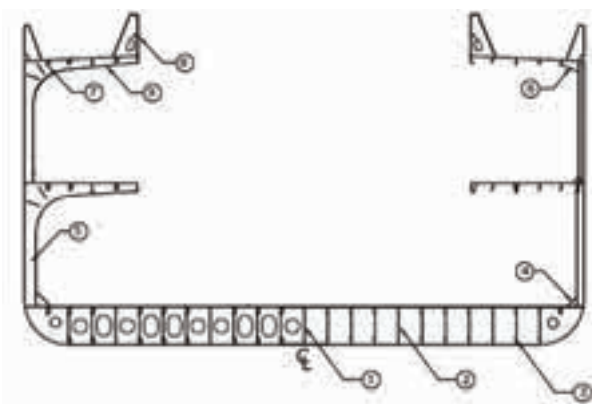
Perhatikan gambar 4.17. Berdasarkan gambar tersebut, sistem konstruksi kombinasi ialah perpaduan antara konstruksi melintang dan memanjang. Dalam konstruksi kombinasi, konstruksi dasar atau alas dipasang secara memanjang mengunakan pembujur alas dengan mengacu

pada konstruksi memanjang. Konstruksi samping menggunakan konstruksi melintang dengan menggunakan *main frame* dan *web frame* yang disusun sepanjang kapal menggunakan standar dan mengacu pada sistem konstruksi melintang. Konstruksi geladak mengacu pada konstruksi memanjang dengan menggunakan pembujur geladak sepanjang kapal.

Gambar 4.17 Sistem Konstruksi Kombinasi

Sumber: Danang Kurniawan

Sistem konstruksi kombinasi digunakan pada kapal dengan kisaran 90 meter yang berlayar di perairan berombak atau kapal dengan muatan berisiko tinggi. Berikut adalah bagian-bagian pada konstruksi kombinasi:

Gambar 4.18 Bagian-Bagian Konstruksi Kombinasi

Sumber: Danang Kurniawan

1) *center girder*
2) *side girder*
3) *bottom longitudinal*
4) *bracket*
5) *web frame*
6) *bracket*
7) *deck longitudinal*
8) *hatch coming*
9) *deck beam*

Sikap yang harus kalian miliki dalam mempelajari Dasar Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal ialah berorentasi pada detail, akurat, rinci, dapat dipercaya, dan tidak mudah menyerah. Sedangkan budaya kerja yang harus kalian terapkan adalah budaya K3LH dan budaya kerja 5R. Penjelasan lebih lengkap terkait budaya K3LH dan 5R akan dibahas pada Buku Jilid 2 atau kalian dapat mencari informasi budaya kerja K3LH dan 5R dari sumber-sumber lain.

Refleksi

Setelah mempelajari Bab 4 yang merupakan bab terakhir pada buku jilid 1 ini, kini kalian tentu memahami tentang Dasar Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal. Bab 4 ini telah memaparkan tentang penggunaan alat ukur dan pengetahuan dasar konstruksi kapal. Kedua hal tersebut merupakan pengetahuan dasar bagi materi selanjutnya pada buku jilid 2. Dari semua materi yang sudah dijelaskan pada Bab 4 ini, bagian mana yang menurut kalian paling sulit untuk dipahami? Diskusikan hal tersebut dengan teman maupun guru pengampu, karena pemahaman kalian mengenai materi pada bab ini akan menjadi fondasi untuk mempelajari materi-materi selanjutnya.

Ayo Berlatih

Dalam pembangunan sebuah kapal dikenal adanya sistem konstruksi kombinasi. Tugas kalian ialah mencari tahu apa itu sistem konstruksi kombinasi dan jelaskan bagian-bagian yang termasuk di dalamnya.

Dalam menyelesaikan tugas tersebut, kalian dapat mengumpulkan informasi dari buku, internet, maupun sumber belajar lainnya. Tugas dikumpulkan dalam bentuk laporan dan diserahkan kepada guru pengampu sesuai dengan format yang telah ditentukan.

Penilaian Akhir Bab

Untuk mengetahui apakah kalian telah menguasai materi pada Bab 4 ini, kerjakan tugas berikut secara mandiri dengan bertanggung jawab dan jujur.

a. Jawablah soal-soal berikut tanpa melihat penjelasan materi.
b. Kerjakan di buku tulis/buku tugas masing-masing.
   1) Apa fungsi skala vernier pada jangka sorong?
   2) Jelaskan bagian-bagian yang terdapat pada jangka sorong!
   3) Apa fungsi waterpas pada proses manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal?
   4) Jelaskan bagian-bagian konstruksi dasar kapal!
   5) Jelaskan bagian-bagian konstruksi geladak kapal!
   6) Kemukakan hasil identifikasi kalian tentang kelebihan dan kekurangan konstruksi melintang!
   7) Kemukakan hasil identifikasi kalian tentang kelebihan dan kekurangan konstruksi memanjang?
   8) Jelaskan karakteristik sistem konstruksi kombinasi!
   9) Sebuah kapal kontainer dengan panjang 69 m berlayar di perairan pantai. Menurut kalian jenis sistem konstruksi apa yang sesuai dengan kapal tersebut? Jelaskan alasannya!
   10) Sebuah kapal tanker dengan panjang 96 m berlayar di perairan samudra lepas, menurut kalian jenis sistem konstruksi apa yang sesuai dengan kapal tersebut? Jelaskan alasannya!

Pengayaan

Guna meningkatkan pengetahuan kalian dalam memahami materi Dasar Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal, kalian dapat mempelajarinya melalui media internet. Pembahasan mengenai materi Dasar Manufaktur dan Rekayasa Konstruksi Kapal dapat kalian mengakses melalui tautan berikut.

https://bsd.pendidikan.id/data/SMK_11/Teknik_Konstruksi_Kapal_Baja_Jilid_2_Kelas_11_Indra_Kusna_Djaya_2008.pdf

atau kalian dapat memindai kode batang di samping.

Scan Me!

Penilaian Akhir Semester

Untuk mengetahui apakah kalian telah menguasai materi pada Buku Teks Dasar-Dasar Teknik Konstruksi Kapal Jilid 1 ini, kerjakan tugas berikut secara mandiri dengan bertanggung jawab dan jujur.

a. Jawablah soal-soal berikut tanpa melihat penjelasan materi.
b. Kerjakan di buku tulis/buku tugas masing-masing.
   1) Jelaskan bagaimana tahapan desain kapal!
   2) Sebutkan jenis-jenis kapal berdasarkan alat penggeraknya!
   3) Sebutkan metode pembuatan kapal *fiberglass*!
   4) Menurut kalian apa kelebihan dari kapal *fiberglass* apabila dibandingkan dengan kapal kayu?
   5) Jelaskan kepanjangan dan maksud dari LPP pada kapal tanpa sepatu kemudi!
   6) Bagaimanakah alur pembersihan kapal pada saat kapal melaksanakan pengedokan?
   7) Menurut kalian apa kekurangan dan kelebihan dari *graving dock?*

Penilaian Akhir Semester

8) Seandainya kalian seorang *fitter*, apa tugas yang harus kalian lakukan pada proses fabrikasi komponen konstruksi kapal?
9) Sebutkan peluang usaha *technopreneurship* di bidang manufaktur dan rekayasa konstruksi kapal!
10) Bagaimana cara menunjukkan angka desimal pada jangka sorong metrik!

Proyek Akhir Semester

Petunjuk Pelaksanaan Proyek

1. Buatlah kelompok dengan beranggotakan 4–5 siswa.
2. Siapkan alat tulis dan peralatan yang dapat digunakan dalam mengumpulkan informasi.
3. Diskusikan tugas proyek ini dengan teman satu kelompok dan guru pengampu
4. Buatlah sebuah lembar kerja seperti pada contoh di bawah ini pada buku tulis/buku tugas kalian masing-masing.
5. Tuliskan hasil pekerjaan proyek ke dalam lembar kerja tersebut.
6. Presentasikan hasil pekerjaan kelompok kalian di depan kelas dengan ditanggapi oleh teman satu kelas dan guru pengampu.

Identitas Kelompok

Kelompok : ....
Kelas/Semester : X/Ganjil
Ketua Kelompok : ....
Anggota Kelompok : ....
: ....
: ....
: ....

Proyek

Peran kalian dalam proyek ini adalah seorang calon *ownership* yang akan memesan kapal. Maka, berikut tugas yang harus kalian lakukan.

1. Carilah data jenis kapal melalui observasi, baik secara langsung, melaui media cetak, ataupun melalui internet sesuai dengan jenis kapal yang hendak kalian pesan.
2. Tuliskan ukuran utama kapal tersebut sesuai dengan data kapal yang telah kalian temukan dari hasil observasi tersebut.
3. Tentukan jenis material kapal yang akan kalian pesan.
4. Tentukan fungsi kapal yang akan kalian pesan.
5. Rencanakan rute pelayaran kapal (kapal berlayar di air tawar atau laut).
6. Hitunglah volume *displacement* dan *displacement* kapal tersebut (Cb bernilai 0,8–0,9).

Lembar Kerja Proyek

Data Jenis Kapal

....

....

Sumber Data/Informasi

....

....

Waktu Pengambilan Data

....

....

Lembar Kerja Proyek

Data Ukuran Utama Kapal

No	Data	Ukuran	Satuan	Keterangan
1	LOA		meter	LOA dan LPP jika tidak ada dapat menggunakan salah satunya
2	LPP		meter	
3	B		meter	
4	H		meter	
5	T		meter	Jika T tidak ada dapat direncanakan dengan 50-70% nilai H
6	Cb			Cb direncanakan sekitar 0,8–0,9

Jenis Material Kapal

....

....

Fungsi Operasional Kapal

....

....

Rute Pelayaran

....

....

Gambar Dokumentasi

Lembar Kerja Proyek

Perhitungan Volume *Displacement* Kapal

Diketahui

....

Ditanyakan

....

Jawaban

....

....

Perhitungan *Displacement*

Diketahui

....

Ditanyakan

....

Jawaban

....

....

Sistem Konstruksi yang Sesuai (Beserta Penjelasan)

....

....

Kesimpulan

....

....

Glosarium

A

Airbag docking : Pengedokan kapal dengan menggunakan *airbag*/balon, yaitu *rubber* dengan bentuk bulat panjang bertekanan udara tinggi yang berfungsi sebagai bantalan di bawah kapal layaknya roda.

Antikorosif : Bersifat mencegah korosi.

Assembly : Proses penggabungan komponen-komponen dari bengkel fabrikasi menjadi blok-blok.

B

Baling-baling : Elemen mesin putar yang berfungsi untuk menggerakan kapal.

Bending : Proses pembengkokan logam dengan menggunakan proses deformasi plastis material terhadap sumbu linier.

Bevel protactor : Alat yang digunakan untuk mengukur sudut dengan akurat dan presisi, biasanya digunakan pada saat mengukur jig atau sudut pada mesin.

Blasting : Proses pembersihan material sistem penyemprotan udara bertekanan tinggi dengan menggunakan berbagai media, seperti pasir, air, dan lain-lain.

Bulk carrier : Jenis kapal yang berfungsi untuk mengangkut muatan biji-bijian.

C

Concept design : Tahap seorang desainer/perancang kapal menerjemahkan dan mendefinisikan *owner requirement* menjadi sebuah konsep kapal sesuai dengan persyaratan; Kebutuhan mendasar dengan menggunakan pendekatan dan batasan-batasan yang ada.

Contract design	:	Pada tahap ini pengembangan perancangan menjadi lebih detail dan lengkap yang memungkinkan pembangun kapal (*owner*) mengerti secara jelas kapal yang akan dibuat dengan disertai estimasi yang akurat seluruh biaya pembangunan kapal.
D		
Desain spiral	:	Metodologi dalam pembangunan kapal yang didasarkan pada *prototyping*, *testing*, dan *analizing* yang digambarkan pada siklus memutar.
Digitalisasi	:	Proses pemberian atau pemakaian sistem digital.
Docking	:	Proses memindahkan kapal dari laut ke darat sebelum proses perbaikan kapal dilakukan.
Dok	:	Fasilitas yang digunakan untuk perbaikan kapal.
Dredger	:	Jenis kapal yang berfungsi melakukan pengerukan ataupun reklamasi pada daerah pantai atau laut.
E		
Erection	:	Proses pemasangan blok-blok kapal atau seksi-seksi kapal menjadi bentuk kapal seutuhnya.
F		
Fabrikasi	:	Proses pengolahan komponen material baik berupa plat, pipa, ataupun baja profil yang dirangkai dan dibentuk untuk menjadi sebuah rangkaian alat produksi atau struktur konstruksi.
Ferro cement	:	Beton bertulang tipis yang terbuat dari mortal hidraulis dengan penguat berupa kawat dan sejenisnya.
Fiberglass	:	Bahan yang diproduksi dengan menggambungkan serat *glass* dengan resin

		sehingga menjadi komposit yang dapat dibentuk sesuai cetakan.
Floating dock	:	Konstruksi terapung yang berfungsi dalam perbaikan dan perawatan kapal.

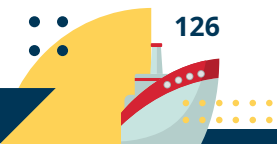
G

Geladak	:	Lantai kapal
General cargo	:	Kapal yang difungsikan untuk mengangkut beberapa jenis muatan kemasan atau karung-karungan.
Graving dock	:	Bangunan berbentuk kolam dengan pintu kedap air/dam yang berfungsi untuk fasilitas perbaikan dan perawatan kapal.

H

Hand lay-up	:	Metode pengaplikasian resin dan serat glass dengan menggunakan alat berupa kuas dan rol. Pada metode ini pengaplikasian berada di atas benda kerja.

K

Kapal	:	Kendaraan air dengan jenis dan bentuk tertentu yang mengangkut penumpang dan barang melalui perairan menuju kawasan tertentu.
Konstruksi kombinasi	:	Sebuah konstruksi, di mana beban yang bekerja pada konstruksi diterima oleh pelat kulit dan diuraikan pada hubungan kaku atau balok-balok dan profil yang terletak melintang dan membujur sepanjang kapal. Pada konstruksi kombinasi umumnya konstruksi dasar mengunakan konstruksi memanjang, konstruksi samping menggunakan konstruksi melintang, dan konstruksi geladak menggunakan konstruksi kombinasi.
Konstruksi melintang	:	Sebuah konstruksi, di mana beban yang bekerja pada konstruksi diterima oleh pelat kulit dan diuraikan pada hubungan kaku atau balok-balok yang terletak melintang kapal.

Konstruksi memanjang : Sebuah konstruksi, di mana beban yang bekerja pada konstruksi diterima oleh pelat kulit dan diuraikan pada hubungan kaku atau balok-balok dan profil yang terletak membujur sepanjang kapal.

Kontainer : Sarana penyimpanan barang yang dapat digunakan untuk mempermudah pemindahan barang dari satu tempat ke tempat lainnya.

L

Lead time material : Waktu tunggu yang dimulai dari pemesanan kepada pemasok hingga barang diterima.

Linesplan : Gambar rencana garis yang dibuat berdasarkan bentuk kapal sesuai rancangan.

Linggi : Kayu melengkung pada haluan dan buritan perahu.

Log carrier : Jenis kapal yang berfungsi untuk memuat kayu dengan bentuk papan, balok, ataupun gelondongan.

M

Manufaktur : Proses mengubah bahan mentah menjadi barang untuk dapat digunakan atau dikonsumsi oleh manusia.

Mata rantai pasok : Sistem rangkaian kegiatan yang meliputi koordinasi, penjadwalan, dan pengendalian.

P

Peluncuran melintang : Peluncuran kapal dengan posisi kapal sejajar dengan garis pantai.

Peluncuran memanjang: Peluncuran kapal dengan posisi kapal melintang atau tegak lurus terhadap garis pantai.

Ponton : Sampan yang rendah dan lebar untuk menyangga jembatan darurat.

Protractor : Alat yang digunakan untuk mengukur sudut dan dapat diubah-ubah sudutnya.

R

Raw material	:	Bahan-bahan baku yang dibutuhkan oleh industri untuk mengalami proses produksi menjadi barang konsumsi atau *finish good* yang bisa dipergunakan.
Replating	:	Proses ketika kapal melakukan pergantian pelat baru untuk menggantikan pelat lama yang telah mengalami penipisan pelat yang diakibatkan oleh korosi terhadap air laut ataupun faktor kerusakan lainnya.

S

Sandblasting	:	Proses pembersihan material sistem penyemprotan udara bertekanan tinggi dengan menggunakan berbagai media pasir.
Slipway dock	:	Fasilitas perbaikan dan perawatan kapal yang dengan menggunakan landasan luncur berupa rel dan lori untuk memindahkan kapal dari laut ke darat dan sejenisnya.
Sub assembly	:	Proses penyatuan material hasil potong menjadi komponen yang lebih kompleks.
Syncrolift dock	:	Fasilitas perbaikan dan perawatan kapal dengan menggunakan mekanisme hidraulis untuk memindahkan kapal dari laut ke darat ataupun sebaliknya.

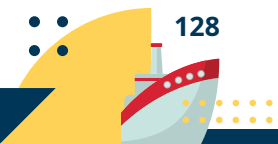
T

Teknopreneur	:	wirausaha teknologi

V

Vacuum infusion	:	Metode pengaplikasian resin pada serat kaca dengan menggunakan mesin vakum yang menggerakkan cairan resin.

W

Water jet cutting	:	Proses pemotongan material dengan menggunakan air bertekanan tinggi.
Wrang	:	Bangunan di dasar kapal, biasanya dipasang pada gading-gading kapal secara melintang.

SUMBER BUKU

Ansori, Nachnul & Mustajib, M.Imron. 2013. *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Kementerian Pertahanan. 2018. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia pasal 61 PP Nomor 29 Tahun 2018 tentang Pemberdayaan Industri*. Jakarta.

Manzini, R. 2010. *Maintenance for Industrial System*. London: Springer.

Pujawan, I Nyoman. 2005. *Supply Chain Management, Edisi Pertama*. Surabaya: Guna Widya.

Sudrajat, A. 2011. *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri*. Bandung: PT Refika Aditama.

Wulan, A., N. 2015. *Docking dan Perawatan Kapal: Makalah Kapal Perikanan*. Malang: Universitas Brawijaya.

SUMBER INTERNET

Annualreport.id. 2017. *Kapal Penumpang*. Diakses melalui http://annualreport.id/info/hadapi-nataru-pelni-sediakan-73-kapal-penumpang pada tanggal 19 Mei 2022.

DAFTAR SUMBER GAMBAR

Gambar Apersepsi Bab 1: Kemenhub. 2022. *Kuota Arus Balik Gratis dengan Kapal Laut 2022 Masih Tersedia*. Diakses melalui https://economy.okezone.com/read/2022/05/10/320/2591894/angkut-ribuan-orang-kuota-arus-balik-gratis-dengan-kapal-laut-2022-masih-tersedia pada tanggal 16 Mei 2022.

Gambar Apersepsi Bab 3: Daniel Tirta Ramana, 2022.

Gambar 1.5: Kotresh Gaddikeri. 2014. *Vacuum Infusion Technology*. Diakses melalui https://www.researchgate.net/figure/Schematic-illustration-of-the-vacuum-enhanced-resin-infusion-technology-VERITy_fig1_265555154 pada tanggal 19 Mei 2022.

Gambar 1.8: Ikons. 2017. *Kapal yang Terbuat dari Beton*. Diakses melalui https://www.ikons.id/kapal-yang-terbuat-dari-beton/ pada tanggal 19 Mei 2022.

Gambar 1.9: Baehaqi Almutoif. 2019. *PT BMS Sebut Kapal Curah Kering Berbendera Asing Mendominasi Pelabuhan Manyar*. Diakses melalui https://jatimnet.com/pt-bms-sebut-kapal-curah-kering-berbendera-asing-mendominasi-pelabuhan-manyar pada tanggal 19 Mei 2022.

Gambar 1.10: Saudi Gazette. 2021. *Kapal Pengangkut Kontainer Terbesar Dunia Berlabuh di Jeddah*. Diakses pada https://www.republika.co.id/berita//qowws2366/kapal-pengangkut-kontainer-terbesar-dunia-berlabuh-di-jeddah pada tanggal 19 Mei 2022.

Gambar 1.11: Norden. 2014. *Major Dry Bulk Carriers Finish 2014 at Standstill*. Diakses pada https://shippingwatch.com/carriers/Bulk/article7303314.ece pada tanggal 20 Mei 2022.

Gambar 1.12: Takafulumum. 2012. *Resiko Kapal General Cargo*. Diakses pada https://takafulumumcabangjambi.wordpress.com/2012/12/06/resiko-kapal-general-cargo/ pada tanggal 20 Mei 2022.

Gambar 1.13: Wangi Sinintya Mangkuto. 2020. *Passenger Ship*. Diakses pada https://www.cnbcindonesia.com/news/20200204104030-7-135019/ini-penampakan-kapal-pesiar-yang-jadi-tempat-karantina-corona pada tanggal 20 Mei 2022.

Gambar 1.14: Koarmada2. 2022. *Kolat Koarmada II Laksanakan Awal Latihan Pemantapan Lepas Sandar Komandan KRI*. Diakses pada https://koarmada2.tnial.mil.id/wp-content/uploads/2022/06/28-Kolat-Koarmada-II-Laksanakan-Awal-Latihan-Pemantapan-Lepas-Sandar-Komandan-KRI-Koarmada-II.3.jpg pada tanggal 30 Juni 2022.

Gambar 1.15: Dok. Humas Pelindo 1. 2020. *Pelindo 1 Operasikan Tug Boat Canggih di Pelabuhan Kuala Tanju*. Diakses pada https://mediaindonesia.com/nusantara/327684/pelindo-1-operasikan-tug-boat-canggih-di-pelabuhan-kuala-tanju pada tanggal 21 Mei 2022.

Gambar 1.16: Fauzan. 2021. *Dredger Balai Besar Pompengan Jeneberang demi Jaga Kebutuhan Air Warga Makassar, Gowa dan Takalar*. Diakses pada https://www.liputan6.com/regional/read/4507074/dredger-balai-besar-pompengan-jeneberang-demi-jaga-kebutuhan-air-warga-makassar-gowa-dan-takalar pada tanggal 21 Mei 2022.

Gambar 1.17: Budi Prasetyo. 2020. *Sea Trial Geomarin III, Kapal Riset ESDM Buatan Anak Bangsa*. Diakses pada https://www.djkn.kemenkeu.go.id/kpknl-cirebon/baca-berita/21383/Sea-Trial-Geomarin-III-Kapal-Riset-ESDM-Buatan-Anak-Bangsa.html pada tanggal 26 Juni 2022.

Gambar 1.18: Admin. 2019. *PT PAL Bangun Kapal Rumah Sakit Pesanan TNI AL, Diklaim Lebih Canggih*. https://www.bumn.info/sorotan-info/inspira/pt-pal-bangun-kapal-rumah-sakit-pesanan-tni-al-diklaim-lebih-canggih. pada tanggal 26 Juni 2022.

Gambar 1.20: Tribun Medan. 2014. *Kapal Tidak Karam, Hanya Baling-Baling Terbelit Tali*. Diakses pada https://m.tribunnews.com/regional/2014/07/31/agen-sindo-kapal-tidak-karam-hanya-baling-baling-terbelit-tali?page=all pada tanggal 21 Mei 2022.

Gambar 1.21: Pxhere. 2017. *Kapal Penggerak Paddle Wheel*. Diakses pada https://pxhere.com/id/photo/488145 pada 21 Mei 2022.

Gambar 1.22: Kamewa. *Waterjets*. Diakses pada https://hyperleap.com/topic/Kamewa pada tanggal 22 mei 2022.

Gambar 1.42: Buletin PSP. 2008. *Lead Time Material*. Diakses pada https://journal.ipb.ac.id/index.php/bulpsp/article/view/4290 pada tanggal 7 Juli 2021.

Gambar 1.43: Buletin PSP. 2008. *Lead Time Material Berdasarkan Asal Pemasok*. Diakses pada https://journal.ipb.ac.id/index.php/bulpsp/article/view/4290 pada tanggal 7 Juli 2021.

Gambar 1.44: Buletin PSP. 2008. *Struktur Rantai Pasok Proses Produksi Kapal*. Diakses pada https://journal.ipb.ac.id/index.php/bulpsp/article/view/4290 pada tanggal 7 Juli 2021.

Gambar 1.45: Buletin PSP. 2008. *Urutan Proses Pengadaan Material Lokal*. Diakses pada https://journal.ipb.ac.id/index.php/bulpsp/article/view/4290 pada tanggal 7 Juli 2021.

Gambar 1.46: Buletin PSP. 2008. *Urutan Proses Pengadaan Material Impor*. Diakses pada https://journal.ipb.ac.id/index.php/bulpsp/article/view/4290 pada tanggal 7 Juli 2021.

Gambar 2.14: Zabur Karuru. 2018. *Pembaharuan KRI Malahayati*. Diakses pada https://www.antarafoto.com/mudik/v1516875615/pembaruan-kri-malahayati pada tanggal 20 Mei 2022.

Gambar 2.19: Admin MPA Technology for cleaning and surface treatment. 2014. *Robots Vertidrive M3*. Diakses pada https://mpa.es/en/robots-vertidrive-m3 pada tanggal 20 Mei 2022.

Gambar 2.20: Ika Wulandari, Alamsyah, Airin tabriz Zahra. 2021. *Analisa Struktur Pelintang Kapal*. Diakses pada https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/jtt/article/download/1152/pdf pada tanggal 20 Mei 2022.

Gambar 4.1: Diklat PT. PAL Indonesia. 2005. *Alat Ukur*.

Gambar 4.8: Admin. 2015. *Bevel Protractor*. Diakses pada http://mytutorialworld.com/machinist_set_1_measuring&uid pada tanggal 16 Juni 2021.

Gambar 4.9: 123RF. 2019. *Waterpas*. Diakses pada https://www.123rf.com pada tanggal 16 Juni 2021.

Gambar 4.11: Admin. 2017. *Konstruksi Lambung*. Diakses pada https://perwirapelayaranniaga.com/bangunan-kapal pada tanggal 15 Juni 2021.

Gambar 4.12: Admin. 2017. *Konstruksi Geladak*. Diakses pada https://perwirapelayaranniaga.com/bangunan-kapal pada tanggal 15 Juni 2021

Indeks

L

M

P

R

S

T

U

W

Profil Pelaku Perbukuan

Profil Penulis

Nama Lengkap : Danang Kurniawan, S.ST.
Email : danangkurniawan0905@gmail.com
Instansi : SMK Teknik PAL Surabaya
Alamat Instansi : Jl. Diklat No. 1, Ujung, Kec. Semampir, Surabaya
Bidang Keahlian : Teknik Konstruksi Kapal Baja

Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir:

1. Bekerja di PT. F1 Perkasa (Perkasa Group) sebagai PPIC pembangunan kapal fiber, kayu dan baja tahun 2016–2018
2. Bekerja di PT. Banyuwangi Perkasa (Perkasa Group) sebagai Manajer Operasional Pengedokan Kapal tahun 2018–2019
3. Bekerja di SMK Teknik PAL Surabaya sebagai guru/pengajar tahun 2019–2022

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. 2000–2006 SDN 2 Genteng
2. 2006–2009 SMPN 1 Genteng Banyuwangi
3. 2009–2012 SMAN 1 Genteng Banyuwangi
4. 2012–2016 Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Konstruksi Kapal Baja (tahun 2019)
2. Dasar-Dasar Teknik Konstruksi Kapal Jilid 1 (tahun 2021)
3. Dasar-Dasar Teknik Konstruksi Kapal Jilid 2 (tahun 2021)

Profil Penelaah

Nama Lengkap : Muhammad Fahmi Triwibowo
Email : fahmiwibowo17@gmail.com
Instansi : Pusdiklat PAL Indonesia
Alamat Instansi : Jalan Ujung, Surabaya
Bidang Keahlian : Teknik Konstruksi Kapal

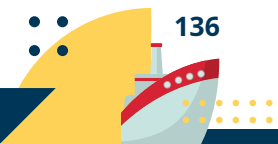
Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir:

1. Admin Teknik Perkapalan–PT. Jembatan Nusantara
2. Kepala Jurusan Teknik Konstruksi Kapal Baja–SMK Teknik PAL Surabaya
3. Instruktur Konstruksi Kapal Baja–Pusdiklat PAL Indonesia

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. SD Negeri Gejlig 02, Tahun 2000
2. SLTP Negeri 1 Kajen, Tahun 2003
3. SMA Negeri 1 Pekalongan, Tahun 2007
4. Universitas Diponegoro, Teknik Perkapalan, Tahun 2013

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Konstruksi Bangunan Kapal Baja Jilid 1 SMK Tahun 2019

Profil Penelaah

Nama Lengkap : Hadi Kusumo, S.T.,M.M.
Email : hadikusumo.kal2@gmail.com
Instansi : SMK KAL–2 SURABAYA
Alamat Instansi : Jl. Teluk Sampit No. 2B Surabaya
Bidang Keahlian : Teknik Perkapalan

Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir:

1. Guru Produktif Konstruksi Kapal Baja (2002–sekarang)
2. Kepala Program Perkapalan (2006–2010)
3. Waka Kesiswaan SMK KAL–2 (2010–2015)
4. Kepala SMK KAL–2 (2015–2019)
5. Waka Hubinmas (2019–sekarang)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. SD Endrosono Surabaya, Tahun 1982
2. SMP PGRI 43 Surabaya, Tahun 1985
3. STM Khusus Angkatan Laut Jurusan Bangunan Kapal, Tahun 1988
4. S1 ITATS Fakultas Teknik Kelautan Jurusan Perkapalan, Tahun 1995
5. S2 STIE Mahardhika Magister Managemen SDM, Tahun 2009

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Modul Pengetahuan Dasar Perkapalan (dipakai kalangan sendiri) 2015

Profil Penelaah

Nama Lengkap : Devi Kristin Natalina
Email : pusdiklat.pal@gmail.com
Instansi : PUSDIKLAT PAL Indonesia
Alamat Instansi : Jl. Ujung Surabaya
Bidang Keahlian : Teknik Konstruksi Kapal

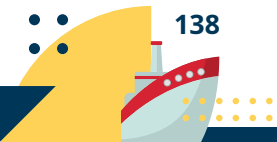
Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir:

1. PUSDIKLAT PAL Indonesia
2. *Active Global Specialised Cargiver* Singapore
3. PT. Panutan Langkah Mandiri
4. RSI Yarsis Surakarta

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. STIKes Wira Husada Yogyakarta

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

Tidak Ada

Profil Editor

Nama Lengkap : Nurhasanah Widianingsih, M.Pd.
Email : wonderfullwidi@gmail.com
Instansi : SMP Labschool UPI Cibiru
Alamat Instansi : Jl. Pendidikan Kel. Cibiru Wetan Kec. Cileunyi Kab. Bandung Jawa Barat
Bidang Keahlian : Guru, Penyunting, Penelaah

Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir:

1. Guru di SMP Labschool UPI Cibiru

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. SDN Karang Tengah IV Sukabumi (1990–1996)
2. MTs. Yasti 1 Cisaat (1996–1999)
3. SMU-T Darul 'Amal Sukabumi (1999–2002)
4. Fakultas Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, Universitas Pendidikan Indonesia (2002–2006)
5. Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia (2017–2020)

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Model Investigasi Kelompok Berbasis Multimodal dalam Pembelajaran Menulis Laporan Ilmiah (2020)

Profil Ilustrator (Isi)

Nama Lengkap : Daniel Tirta Ramana, S.Sn.

E-mail : Danieltirta89@gmail.com

Alamat Instansi : Bekasi Utara 17124

Bidang Keahlian : Multimedia & Desain

Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir:

1. 2010–2011 : Sevenotes–EO
2. 2011–2013 : Apple box–*Motion graphic*
3. 2012–2015 : Bloomberg Tv–*Motion graphic*
4. 2015–2017 : iNews Tv indonesia–*Motion graphic*
5. 2017–sekarang : *Founder & Owner* di @sepatu.capung (*shoes store*) Local Pride Garage (Media-Instagram, TikTok)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S1: DKV IKJ–Multimedia (2007–2012)

Karya/Pameran/Eksibisi dan Tahun Pelaksanaan (10 Tahun Terakhir):

1. Pameran Tugas Akhir Institut Kesenian Jakarta (2012)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Desain dan Ilustrasi Buku Kurikulum 2013

Informasi Lain dari Ilustrator:

Portofolio dapat dilihat di: https://www.behance.net/danielDTR

Profil Ilustrator (Kover)

Nama Lengkap : Rio Ari Seno

E-mail : purple_smile340@yahoo.co.id

Alamat Instansi : Jakarta

Bidang Keahlian : *Illustration, Infographic, Graphic Design, Digital Sculpting*

Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir:

1. Senior Graphic Designer di PT Tempo Inti Media Tbk (2013–*present*)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S1 Fakultas Seni Rupa IKJ–DKV (2005–2011)

Informasi Lain dari Ilustrator:

1. https://www.behance.net/rioariseno
2. http://artstation.com/rioariseno

Profil Penata Letak

Nama Lengkap : Ulfah Yuniasti
E-mail : ulfahyuniasti1992@gmail.com
Alamat Instansi : Jakarta Timur
Bidang Keahlian : Desain Grafis, *Setter*

Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir:

1. 2013–Sekarang : *Freelance Graphic Designer/Setter*
2. 2021 : Tim Desainer/*Setter* Buku PAUD Elemen Nilai-Nilai Agama dan Budi Pekerti
3. 2015–2017 : *E-Commerce Graphic Designer*

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. D3 Desain Grafis Politenik Negeri Media Kreatif Jakarta (2010–2013)